综合布线设计与施工

◎邓泽国　主　编
◎黄　亮　邓昊天　副主编

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

综合布线设计与施工

邓泽国　主编
黄　亮　邓昊天　副主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 • BEIJING

内 容 简 介

计算机网络综合布线技术是一门实践性很强的专业基础课。本书是按照职业学校计算机网络综合布线的基本教学要求，结合作者几年来的教学实践经验，围绕培养学生能力这条主线，针对省级、国家级职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的要求及发展趋势而编写的。

本书为实训教材，全书共 14 章，含有 37 个实训，主要内容包括：职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的介绍，综合布线设计、测试和验收，综合布线的常用器材和基本操作，网络配线技术，综合布线各子系统和综合布线实训，并附有综合布线系统工程设计和验收规范。

本书可作为中等职业学校、高等职业院校计算机网络综合布线教材，也可作为职业学校综合布线技能大赛的指导用书和学习网络综合布线技术的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

综合布线设计与施工 / 邓泽国主编. —北京：电子工业出版社，2015.1

ISBN 978-7-121-25127-6

Ⅰ. ①综… Ⅱ. ①邓… Ⅲ. ①计算机网络－布线－中等专业学校－教材 Ⅳ. ①TP393.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 294347 号

责任编辑：张来盛（zhangls@phei.com.cn）
印　　刷：
装　　订：
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：15　字数：384 千字
版　　次：2015 年 1 月第 1 版
印　　次：2015 年 1 月第 1 次印刷
印　　数：2 500 册　　　定　　价：39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前　　言

当前，职业教育大赛发展迅速，2011 年全国中职级比赛项目由 2010 年的 10 个专业类别 35 项增加至 12 个专业类别 45 个比赛项目，综合布线是大、中专主要赛项之一。大赛促进了高技能人才培养，促进了教学改革，提供了学习交流的平台，并促进了职业教育的发展，这已经成为职业教育的共识。举办职业技能大赛更是贯彻落实党中央、国务院大力发展职业教育方针的重要举措，是教育工作中的一项重大制度设计与创新，是培养、选拔技能型人才的一个重要平台，也是对职业教育近些年来深化改革、加快发展成果的检验。

网络综合布线技术是一个新兴的专业技术领域和市场，现在随处可见遍布各行各业的综合信息系统，如交通、小区物业、商场、银行等部门的监控系统、社区楼宇安防系统、智能小区信息化网络等，可以说 21 世纪是网络综合布线的世界，市场急需大批网络综合布线技术人员，需要世界一流水平的顶尖科技人才进行创新研究和推动技术发展，也需要大批生产制造技术工人，更需要大批专业工程技术人员进行项目设计、施工、监理和维护。这些岗位非常适合职业院校的学生，也为职业院校计算机应用类专业的教学和学生就业开辟了新的领域。根据 2011 年初国内综合布线行业研讨会上生产厂家和工程公司等多名行业资深专家提供的资料和经验，结合北京市数据综合分析，2012 年综合布线系统工程行业全国从业人数为 96.4 万人，北京市为 13.8292 万人。按照以往综合布线行业每年 25%的增长速度计算，预计全国每年需要新增加就业人员 12 万人。

在对网络综合布线产业的发展前景、人才需求规格及培养模式做了深入分析的基础上，针对目前市场上还没有专门针对中等职业学校综合布线大赛教程的现状，作者结合近几年全国部分省级综合布线选拔赛和国家级综合布线大赛的实际情况，编写了本书。

本书以省级、国家级职业院校技能大赛网络综合布线技术项目为主线，融入综合布线理论知识，精选部分省市选拔赛试题和国家大赛试题，依据《GB 50311—2007　综合布线系统工程设计规范》和《GB 50312—2007　综合布线系统工程验收规范》，根据网络综合布线工程的实际，以职业岗位工作任务为源头，经分析、归纳、提炼，精心设计了这本适合中职、高职学校学生学习，针对中、高职学校技能大赛的、实用性很强的教程，并按照学生的认知规律和任务的难易程度安排教学内容，将抽象的理论知识融入到具体的工作任务中，力求达到“操作技能熟练，理论知识够用”的教学目标。

本书为实训教材，全书共 14 章，含有 37 个实训，主要内容包括：职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的简介，综合布线设计、测试和验收，综合布线的常用器材和基本操作，网络配线技术，综合布线各子系统，以及综合布线实训，并附有综合布线系统工程设计和验收规范。各章内容安排如下：

第 1 章主要介绍综合布线的分类、设计规范、教学及技能大赛的软 / 硬件环境、综合布线的评价标准等；

第 2 章介绍综合布线的常用术语、系统设计的安装工艺要求；

第 3 章介绍综合布线工程测试验收项目的内容和方法；

第 4 章介绍最基本的网络布线常用器材和工具；

第 5 章介绍网络配线端接和网络布线的基本操作；

第 6 章介绍端接原理以及端接方法和步骤，通过 7 个实训，详细介绍配线实训仪器的使用方法；

第 7 章介绍工作区子系统的设计规范和安装要求，通过 4 个实训，介绍工作区的插座、模块、线槽和线管布线；

第 8 章介绍配线子系统的设计规范，通过 10 个实训，介绍配线子系统线管、线槽和支架的安装方法；

第 9 章介绍干线子系统的布线设计规范，通过 4 个实训，介绍干线子系统线管、线槽和钢缆的扎线方法；

第 10 章介绍设备间子系统的布线设计规范和设备安装要求，通过两个实训介绍机柜、配线架和理线环的安装方法；

第 11 章介绍电信间子系统布线的设计规范和安装工艺要求，通过实训介绍电信间设备的安装；

第 12 章介绍建筑物子系统的设计规范和安装工艺要求，通过实训介绍进线入口管道的敷设方法；

第 13 章介绍光纤的传输原理、工作过程和接续光纤的过程及步骤，通过两个实训介绍光纤的熔接及敷设方法；

第 14 章通过 7 个综合项目实训，主要是省大赛和国家大赛的真题，介绍省级、国家级综合布线大赛的基本出题方法和解题思路。

本书编写体现了“做中学，做中教”的教学理念，设定教师讲授和学生学习操作的教学环境是在计算机网络综合布线实训室中进行的，体现了中等、高等职业学校计算机教学的特点，有利于学生模仿教师的操作，同时也加大了知识与技能传授的信息量，保证了实训课堂教学有较高的效率。本书可以作为中等职业学校、高等职业院校计算机网络综合布线课程的教材，也可以作为参加职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的指导用书和学习网络综合布线技术的参考书。

本书由邓泽国主编，黄亮、邓昊天为副主编。在编写过程中，得到了西安开元电子实业有限公司驻辽宁代表杨欢庆先生的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。在编写过程中也参考了国内外有关文献和互联网资料，由于无法一一查明原作者，所以不能准确列出出处，敬请谅解。

由于编写时间仓促，编者学识有限，书中难免存在疏漏与不足之处，欢迎专家、读者批评指正。

邓泽国

2014 年 7 月

目　　录

第 1 章　网络综合布线概述 …… （1）
1.1　网络综合布线系统 …… （1）
1.1.1　综合布线系统的产生和特点 …… （1）
1.1.2　网络综合布线系统组成 …… （2）
1.1.3　网络综合布线设计的标准、原则和步骤 …… （3）
1.2　综合布线软件环境 …… （4）
1.2.1　OpenOffice.org 办公套件简介 …… （5）
1.2.2　Autodesk AutoCAD 2010（中文版）简介 …… （8）
1.3　综合布线硬件设备 …… （9）
1.3.1　网络综合布线实训设备简介 …… （9）
1.3.2　网络配线实训装置简介 …… （11）
1.3.3　配套工具箱 …… （14）
1.4　综合布线评价 …… （15）
1.4.1　网络综合布线系统设计评价项目 …… （15）
1.4.2　网络综合布线工程管理评价要求 …… （15）
1.4.3　网络综合布线工程评价标准 …… （16）
第 2 章　网络综合布线系统工程设计 …… （19）
2.1　综合布线设计概述 …… （19）
2.1.1　综合布线常用术语 …… （19）
2.1.2　综合布线常用符号与缩略词 …… （21）
2.2　综合布线系统设计 …… （22）
2.2.1　综合布线系统设计概述 …… （22）
2.2.2　系统分级与组成 …… （23）
2.2.3　缆线长度划分 …… （25）
2.2.4　系统应用 …… （25）
2.2.5　屏蔽布线系统 …… （26）
2.2.6　开放型办公室布线系统 …… （26）
2.2.7　工业级布线系统 …… （27）
2.3　综合布线系统配置设计 …… （27）
2.3.1　工作区 …… （27）
2.3.2　配线子系统 …… （28）
2.3.3　干线子系统 …… （29）
2.3.4　建筑群子系统 …… （29）

2.3.5 设备间和进线间 …… (29)
2.3.6 管理间 …… (30)
2.4 综合布线系统指标 …… (30)
2.5 综合布线安装工艺要求 …… (31)
2.5.1 综合布线施工的基本要求 …… (31)
2.5.2 工作区 …… (32)
2.5.3 电信间 …… (32)
2.5.4 设备间 …… (32)
2.5.5 进线间 …… (33)
2.5.6 缆线布放 …… (34)
2.6 综合布线系统配置设计实例 …… (34)
第 3 章 综合布线工程测试验收 …… (36)
3.1 综合布线系统工程检验项目及内容 …… (36)
3.2 综合布线验收规范概述 …… (38)
3.3 综合布线环境检查 …… (38)
3.4 器材及测试仪表工具检查 …… (39)
3.5 设备安装检验 …… (40)
3.6 缆线的敷设和保护方式检验 …… (41)
3.6.1 缆线的敷设 …… (41)
3.6.2 保护措施 …… (43)
3.7 缆线的端接 …… (45)
3.8 工程电气测试 …… (46)
3.8.1 测试项目及含义 …… (46)
3.8.2 测试方法及内容 …… (47)
3.8.3 测试记录 …… (50)
3.9 管理系统验收 …… (51)
3.10 工程验收 …… (51)
3.10.1 编制工程验收文件 …… (51)
3.10.2 综合布线工程质量检查 …… (53)
第 4 章 网络综合布线常用器材和工具 …… (54)
4.1 网络综合布线常用器材 …… (54)
4.1.1 水晶头 …… (54)
4.1.2 双绞线 …… (54)
4.1.3 同轴电缆 …… (59)
4.1.4 光缆 …… (59)
4.1.5 线管与线槽 …… (60)
4.1.6 桥架 …… (61)

4.1.7 面板与底盒 …………………………………………………………………………………（61）
4.1.8 配线架 ……………………………………………………………………………………（62）
4.1.9 机柜 ………………………………………………………………………………………（62）
4.1.10 标签………………………………………………………………………………………（62）
4.2 综合布线常用工具 ……………………………………………………………………（64）
4.2.1 打线工具 …………………………………………………………………………………（64）
4.2.2 线缆分析仪 ………………………………………………………………………………（65）
第 5 章 综合布线的基本操作……………………………………………………………（66）
5.1 配线端接的基本操作 …………………………………………………………………（66）
5.1.1 配线端接原理 ……………………………………………………………………………（66）
5.1.2 网络双绞线剥线基本操作 ………………………………………………………………（66）
5.1.3 RJ-45 水晶头的端接原理和方法 ………………………………………………………（67）
5.1.4 网络模块端接原理和方法 ………………………………………………………………（69）
5.1.5 网络机柜内部配线端接 …………………………………………………………………（70）
5.2 网络布线基本操作 ……………………………………………………………………（71）
5.2.1 实训设备螺孔使用方法 …………………………………………………………………（71）
5.2.2 线管的安装 ………………………………………………………………………………（71）
5.2.3 线槽的安装 ………………………………………………………………………………（72）
5.2.4 桥架的安装 ………………………………………………………………………………（73）
5.2.5 壁挂式机柜的安装 ………………………………………………………………………（74）
5.2.6 立式机柜的安装 …………………………………………………………………………（74）
5.2.7 线管弯管成型 ……………………………………………………………………………（75）
5.2.8 线槽拐弯 …………………………………………………………………………………（76）
5.2.9 支架固定 …………………………………………………………………………………（77）
第 6 章 网络配线技术 ……………………………………………………………………（78）
6.1 网络配线基本操作 ……………………………………………………………………（78）
6.1.1 网络跳线测试仪的使用 …………………………………………………………………（78）
6.1.2 RJ-45 水晶头的端接原理 ………………………………………………………………（78）
6.1.3 RJ-45 水晶头端接和跳线制作步骤 ……………………………………………………（79）
6.1.4 压接线实训仪的使用 ……………………………………………………………………（80）
6.2 模块端接 ………………………………………………………………………………（81）
6.2.1 模块端接的原理 …………………………………………………………………………（81）
6.2.2 模块端接的方法和步骤 …………………………………………………………………（81）
6.3 网络配线实训 …………………………………………………………………………（83）
实训一 标准网络机柜和设备安装实训 ……………………………………………………（83）
实训二 网络模块端接实训 …………………………………………………………………（84）
实训三 网络配线架端接实训 ………………………………………………………………（85）

实训四　110 型通信跳线架端接实训 ……（86）
实训五　RJ-45 水晶头端接、跳线制作和测试 ……（87）
实训六　简单链路实训 ……（90）
实训七　复杂链路实训 ……（91）
第 7 章　工作区子系统布线 ……（93）
7.1　工作区子系统的设计规范 ……（93）
7.2　工作区子系统的安装要求 ……（94）
7.3　工作区子系统布线实训 ……（94）
实训一　信息点统计 ……（94）
实训二　编制信息点端口对应表 ……（96）
实训三　网络插座的安装和模块压接 ……（97）
实训四　工作区线槽 / 线管布线 ……（99）
第 8 章　配线子系统布线 ……（102）
8.1　配线子系统的设计规范 ……（102）
8.2　模拟建筑物配线子系统布线设计 ……（103）
8.3　配线子系统布线实训 ……（104）
实训一　线管布线安装实训 ……（104）
实训二　Φ20 PVC 线管墙面布线 ……（106）
实训三　Φ40 PVC 线管墙面布线 ……（109）
实训四　线槽布线安装实训 ……（113）
实训五　宽 20 PVC 线槽墙面布线 ……（115）
实训六　宽 40 PVC 线槽墙面布线 ……（119）
实训七　线管线槽支架固定布线 ……（123）
实训八　水平桥架布线 ……（125）
实训九　桥架布线安装实训 ……（127）
实训十　配线子系统布线综合实训 ……（128）
第 9 章　干线子系统布线 ……（129）
9.1　干线子系统布线概述 ……（129）
9.2　干线子系统布线的设计规范 ……（129）
9.3　干线子系统布线要注意的问题 ……（130）
9.4　干线子系统的布线方法 ……（131）
9.5　干线子系统布线实训 ……（131）
实训一　干线子系统线管布线 ……（131）
实训二　干线子系统线槽布线 ……（133）
实训三　线槽 / 线管综合布线 ……（135）
实训四　钢缆扎线实训 ……（136）

第 10 章　设备间子系统布线（140）
10.1　设备间子系统概述（140）
10.2　设备间子系统布线的设计规范（141）
10.3　设备间子系统设备的安装要求（141）
10.4　设备间子系统布线实训（142）
实训一　机柜安装实训（142）
实训二　配线架、理线环安装实训（144）
第 11 章　电信间子系统布线（146）
11.1　电信间子系统布线概述（146）
11.2　电信间子系统布线的设计规范（146）
11.3　电信间子系统布线安装工艺要求（147）
11.4　综合布线标记（147）
11.5　电信间子系统布线实训（148）
实训　管理间设备安装实训（149）
第 12 章　建筑群子系统布线（151）
12.1　建筑群子系统布线概述（151）
12.2　建筑群子系统布线的设计规范（151）
12.3　建筑群子系统布线的安装工艺要求（152）
12.4　建筑群子系统布线实训（153）
实训　进线入口管道铺设实训（153）
第 13 章　光纤熔接工程基本技术（155）
13.1　光纤概述（155）
13.2　光纤的传输原理和工作过程（155）
13.3　光纤接续的过程和步骤（157）
13.3.1　光纤熔接（157）
13.3.2　光缆接续质量检查（159）
13.3.3　光缆施工（159）
13.4　光纤熔接技术实训（160）
实训一　光纤熔接（160）
实训二　光缆敷设实训（161）
13.5　光纤链路测试（163）
第 14 章　网络综合布线实训（165）
实训一（165）
第一部分　网络综合布线系统工程设计（166）
第二部分　工程安装部分（173）
第三部分　工程管理项目（176）

第四部分　工程安装部分 …… (176)
实训二 …… (176)
第一部分　综合布线工程设计项目 …… (176)
第二部分　网络配线端接部分 …… (178)
第三部分　布线安装部分 …… (180)
第四部分　工程管理项目 …… (182)
实训三 …… (186)
第一部分　综合布线工程设计项目 …… (186)
第二部分　网络配线端接部分 …… (187)
第三部分　布线安装部分 …… (188)
第四部分　工程管理项目 …… (190)
实训四 …… (190)
第一部分　综合布线工程设计项目 …… (190)
第二部分　网络配线端接部分 …… (191)
第三部分　布线安装部分 …… (192)
第四部分　工程管理项目 …… (194)
实训五 …… (195)
第一部分　工程设计项目 …… (195)
第二部分　工程安装项目 …… (196)
第三部分　工程管理项目 …… (197)
实训六 …… (198)
第一部分　综合布线工程设计项目 …… (198)
第二部分　网络配线端接部分 …… (199)
第三部分　布线安装部分 …… (201)
第四部分　工程管理项目 …… (203)
实训七 …… (204)
第一部分　综合布线系统工程设计项目 …… (204)
第二部分　网络配线端接部分 …… (205)
第三部分　布线安装部分 …… (207)
第四部分　工程管理项目 …… (209)
第五部分　故障检测和分析 …… (209)
附录 A　综合布线系统信道各项指标值 …… (210)
附录 B　综合布线系统工程设计中永久链路的各项指标参数值 …… (214)
附录 C　5e 类、6 类和 7 类信道测试项目及性能指标 …… (217)
附录 D　5e 类、6 类和 7 类永久链路或 CP 链路测试项目及性能指标 …… (223)
参考文献 …… (230)

第 1 章　网络综合布线概述

我们生活在一个信息化时代，计算机网络和人们的生活息息相关。无论是政府机关、企业单位、事业单位，还是写字楼、住宅楼，都离不开现代化的办公及信息传输系统，而这些系统全部都是由网络综合布线系统来支持的。本章对综合布线系统的分类、布线规范做集中介绍，同时对目前职业学校综合布线技能大赛的软 / 硬件环境和评价标准也做比较详细的说明。

1.1　网络综合布线系统

综合布线系统是指用数据和通信电缆、光缆、各种软电缆及有关连接硬件构成的通用布线系统，它是支持语音、数据、影像和其他信息技术的标准应用系统。综合布线系统与智能大厦的发展紧密相关，它是智能大厦的实现基础，是生活小区智能化的基础，也是办公自动化的基础。

1.1.1　综合布线系统的产生和特点

综合布线系统是美国 AT&T 公司贝尔实验室在 20 世纪 80 年代末为了克服传统布线系统的缺点而推出的结构化网络综合布线系统。

传统布线方式由于没有统一的设计，施工、使用和管理都不方便。当工作场所需要重新规划，设备需要更换、移动或增加时，只能重新敷设线缆，安装插头、插座，并且需要中断办公，显然布线工作非常费时、耗资，效率很低。而综合布线系统是一套预先设置的用于建筑物内或建筑群之间为计算机、通信设施与监控系统传送信息的信息传输通道。它将语音、数据、图像等设备彼此互连，同时能使上述设备与外部通信数据网络相连接。综合布线系统为智能大厦和智能建筑群中的信息设施提供了多厂家产品兼容，模块化扩展、更新，以及系统灵活重组的可能性。它既为用户创造了现代信息系统环境，强化了控制与管理，又为用户节约了费用，减少了投资。可以说，综合布线系统已成为现代化建筑的重要组成部分。

综合布线系统应用标准材料，以非屏蔽双绞线和光纤作为传输介质，采用组合压接方式，统一进行规划设计，组成一套完整而开放的布线系统。该系统将语音、数据、图像信号的布线与建筑物安全报警及监控管理信号的布线综合在一个标准的布线系统内。在墙壁上或地面上设置有标准插座，这些插座通过各种适配器与计算机、通信设备以及楼宇自动化设备相连接。

采用星状拓扑结构、模块化设计的综合布线系统，与传统的布线相比有许多特点，如开放性、灵活性、模块化、可扩展性及独立性等。

（1）开放性。综合布线系统几乎对所有著名厂商的产品都是开放的，并支持所有的通信

协议，如 Ethernet、Token-ring、FDDI、ISDN、ATM、EIA-232-D、RS-422 等。

（2）灵活性。综合布线系统的灵活性主要表现在三个方面：灵活组网、灵活变位和应用类型的灵活变化。

（3）模块化。综合布线系统的接插元件（如配线架、终端模块等）采用积木式结构，可以方便地进行更换、插拔，使管理、扩展和使用变得十分简单。

（4）可靠性。综合布线系统的所有器件均通过 UL、CSA 及 ISO 认证，每条信息通道都要采用物理星状拓扑结构，点到点端接，任何一条线路故障均不影响其他线路的运行，同时为线路的运行维护及故障检修提供了极大的方便，从而保障了系统的可靠运行。

1.1.2　网络综合布线系统组成

国家标准《综合布线系统工程设计规范》（编号为 GB 50311—2007）中规定：综合布线系统由工作区、设备间、进线间、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统和管理七部分组成。由于采用星状结构，任何一个子系统都可独立地接入综合布线中。因此，系统易于扩充，布线易于重新组合，也便于查找和排除故障。在工程实践中，人们通常将综合布线系统划分为“一间、二区、三系统”，即工作区、电信间、设备间、水平子系统、垂直子系统和建筑群子系统。图 1-1 所示的是综合布线设备的典型组成。

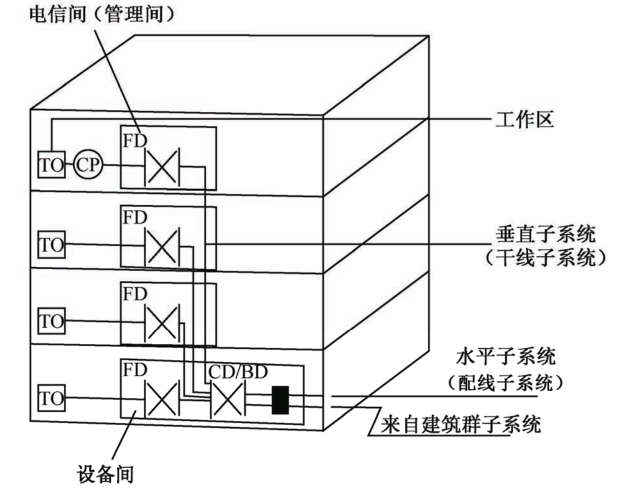


图 1-1　综合布线设备典型组成

1．工作区

工作区由终端设备和连接到信息插座之间的设备组成，包括计算机、电话、传真机、信息插座、插座盒、连接跳线和适配器等。

2．管理间

管理间也称为电信间或配线间，一般设置在每层楼的中间位置，主要安装楼层配线设备，如楼层机柜、配线架、交换机等。当楼层信息点很多时，可以设置多个管理间。管理间子系统

是连接干线子系统和配线子系统的设备。管理间子系统一般采用单点管理双交接。交接场所的结构取决于工作区、综合布线系统规模和选用的硬件。在管理规模较大、较复杂、有二级交接间时，才设置双点管理双交接。在管理点，根据应用环境用标记插入条来标记各个端接场。

3．设备间

设备间是在每幢建筑物的适当地点进行网络管理和信息交换的场所，一般称为网络中心或主控机房，它是建筑群（或外联网络）子系统进入建筑物后连接干线子系统的场所。设备间主要安装建筑物配线设备。设备间由建筑物进线设备、电话、计算机等各种主机设备及其安保配线设备等组成。

4．进线间

进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位，并可作为入口设施和建筑群配线设备的安装场地。

5．配线子系统

配线子系统又称水平子系统，由工作区的信息插座模块，信息插座模块至电信间配线设备的配线电缆和光缆，电信间的配线设备及设备缆线和跳线等组成。

一般情况下，水平电缆要采用 4 对双绞线电缆。在配线子系统中有高速率应用的场合，要采用光缆，即光纤到桌面。

配线子系统根据整个综合布线系统的要求，要在二级交接间、交接间或设备间的配线设备上进行连接，以构成电话、数据、电视系统和监视系统，并方便地进行管理。

6．干线子系统

干线子系统又称垂直子系统，由设备间至电信间的干线电缆和光缆，安装在设备间的建筑物配线设备（BD）及设备缆线和跳线组成。

7．建筑群子系统

建筑群子系统是建筑物与建筑物之间的网络连接系统，是将每一幢建筑物的线缆延伸到建筑群内其他建筑物的通信设备和设施。它包括铜缆、光纤，以及防止其他建筑物电缆浪涌电压进入本建筑物的保护设备。

8．管理

管理应对工作区、电信间、设备间、进线间的配线设备、缆线、信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录。

1.1.3　网络综合布线设计的标准、原则和步骤

1．综合布线设计标准规范

熟悉和了解网络综合布线系统现行标准对于综合布线系统的设计、项目实施、项目验收

和维护是非常重要的。

目前，国际上常用的综合布线标准有：

- 国际布线标准《ISO/IEC 11801：1995（E）　信息技术——用户建筑物综合布线》；
- 欧洲标准《EN 50173　建筑物布线标准》；
- 美国国家标准协会《TIA/EIA 568A　商业建筑物电信布线标准》；
- 美国国家标准协会《TIA/EIA 569A　商业建筑物电信布线路径及空间距标准》；
- 美国国家标准协会《TIA/EIA TSB—67　非屏蔽双绞线布线系统传输性能现场测试规范》；
- 美国国家标准协会《TIA/EIA TSB—72　集中式光缆布线准则》。

我国现在执行的综合布线的两个标准是：《GB 50311—2007　综合布线系统工程设计规范》和《GB 50312—2007　综合布线系统工程验收规范》。

2．综合布线设计原则

百年大计，质量第一。一定要科学设计，精心施工，及时维护，才能确保系统达到预期目的。在进行综合布线设计时要考虑以下几点：

（1）精确理解系统需求和长远计划。综合布线使用期一般较长，考虑应尽量周到。

（2）考虑未来应用对综合布线的需求，有抗干扰要求的，需采用屏蔽线缆。

（3）传输介质和接插件在接口和电气特性等方面需保持一致，不宜采用多家产品混用的方式。

（4）考虑采用最符合国际标准、性价比更优越、工艺标准更高的产品。

（5）布线产品一般保用期需在 15 年以上。

（6）水平布线等隐蔽工程尽量一步到位。

（7）选择实力强大、经验丰富、管理规范、售后服务良好的系统集成商。

3．综合布线设计步骤

综合布线系统的设计一般遵循以下步骤：

（1）分析用户需求；

（2）获取建筑物图纸；

（3）系统结构设计；

（4）布线路由设计；

（5）可行性论证；

（6）绘制综合布线施工图；

（7）编制综合布线用料清单。

1.2　综合布线软件环境

2010 年全国职业院校技能大赛中职组计算机技能比赛规程中规定的软件环境为：

- Windows Vista Ultimate SP2 64 位（中文版）；

- OpenOffice.org 3.2（中文版）；
- Autodesk AutoCAD 2010（中文版）。

1.2.1　OpenOffice.org 办公套件简介

1．OpenOffice.org 概述

Office.org 3.2 办公套件如图 1-2 所示。它是一套跨平台的办公室软件套件，能在 Windows、Linux、MacOS X（X11）和 Solaris 等操作系统上执行。它与各个主要的办公室软件套件兼容。OpenOffice.org 是自由软件，任何人都可以免费下载、使用和推广它。

OpenOffice 是一个整合性的软件，里面包含了许多工具，其功能绝对不比微软的 Microsoft Office 差。它不但有和 Word 一样强大的文字处理能力，能够制作简单的图形，更有功能强大的图表功能，也能编写网页，还可以处理 Microsoft Office 中很难处理的数学符号等，支持 XML 以及微软的 doc、Excel、PPT 文件等格式。

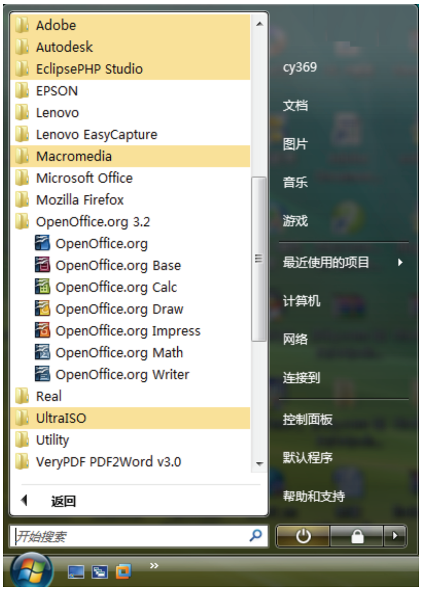


图 1-2　Office.org 3.2 办公套件

2．OpenOffice.org 的功能

OpenOffice.org 套件包含几个用来创建和编辑文档的应用程序、电子表格、商业演示文稿、艺术作品。它包括快速创建基本专业文档以及演示的模板、表格和向导。如果使用过或收到过扩展名为 .doc 或 .xls 的文件，就会知道它们都与 Microsoft 办公套件相关联。OpenOffice.org 套件能够读取、编辑和创建好几种格式的文件，包括与 Microsoft Office 相关联的文件。表 1-1 显示了可以在 OpenOffice.org 套件中使用的多种不同文件类型以及可以用它来完成的任务。

表 1-1　OpenOffice.org 的功能

应 用 程 序	文件兼容性	文 档 类 型
OpenOffice.orgWriter	.sxw，.sdw，.doc，.rtf，.txt，.htm/.html	正式公函、商业表格、学术论文、简历、新闻简报、报告
OpenOffice.org Calc	.sxc，.dbf，.xls，.sdc，.slk，.csv，.htm/.html	电子表格、图表、表格、人事通讯录、地址簿、收据和账单、预算、简单数据库
OpenOffice.org Impress	.sxi，.ppt，.sxd，.sdd	商业和学术演示文稿、万维网演示、演讲、幻灯片放映
OpenOffice.org Draw	.sxd，.sda	文件可以被导出到好几种图像格式，包括 .jpg、.bmp、.gif 和 .png 图片，以及线条绘图、剪贴图片、机构图表

3．OpenOffice.org 的主要模块

（1）Writer（文字处理器）。

Writer 是一个功能完备的文字处理和桌面发布软件。其工作界面如图 1-3 所示。

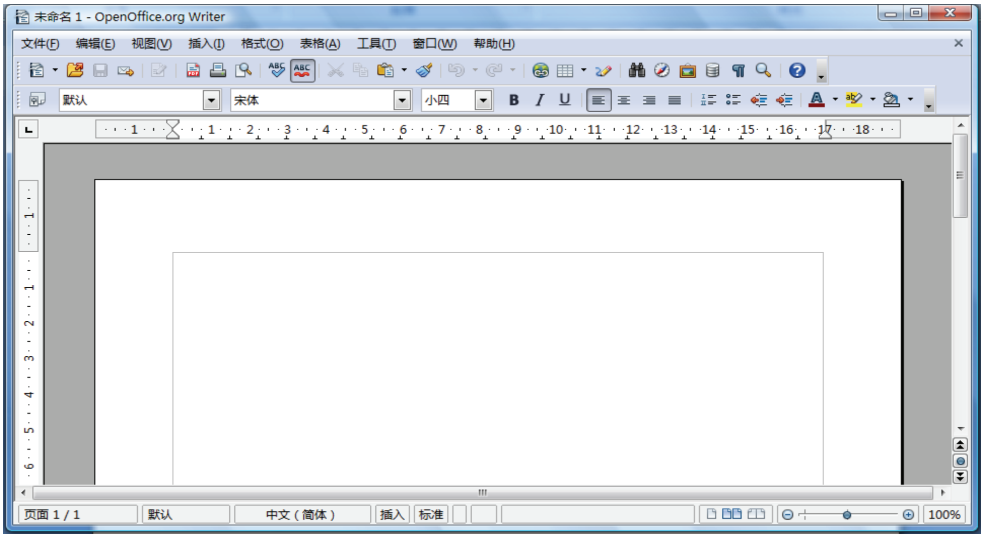


图 1-3　Writer（文字处理器）工作界面

在综合布线设计中，主要使用 Writer（文字处理器）。

（2）Calc（电子表格）。

Calc 是一个功能全面的表格处理工具，其工作界面如图 1-4 所示。凭借“数据助理”技术，用户可以很容易地从数据库中读取数据，形成二维表格，概括转换为更具实际意义的信息。还可以将用户在 Calc 内编写的文件储存为 Microsoft Excel 格式。

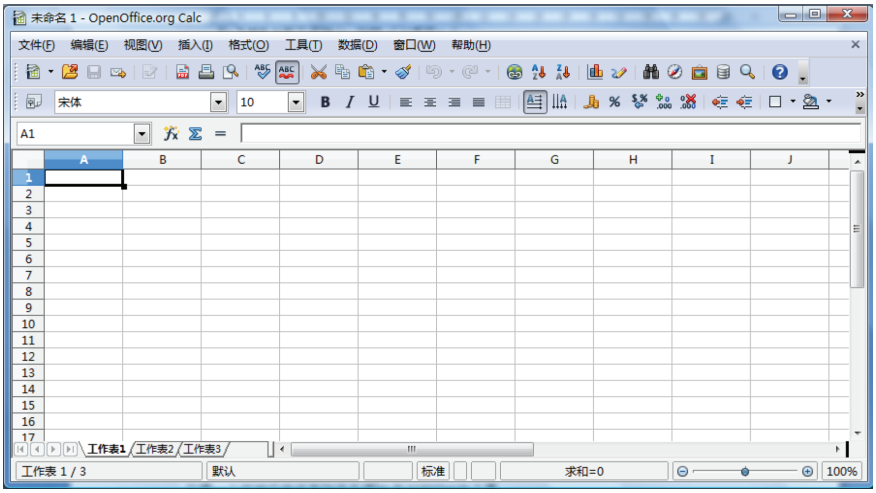


图 1-4　Calc（电子表格）工作界面

（3）Impress（演示文稿）。

Impress（演示文稿）是一个可用来制作高效率多媒体演讲稿的出色工具，其工作界面如图 1-5 所示。利用平面和立体的图案、特效、动画，以及高效能绘图等工具，演示文稿将会更为精彩。

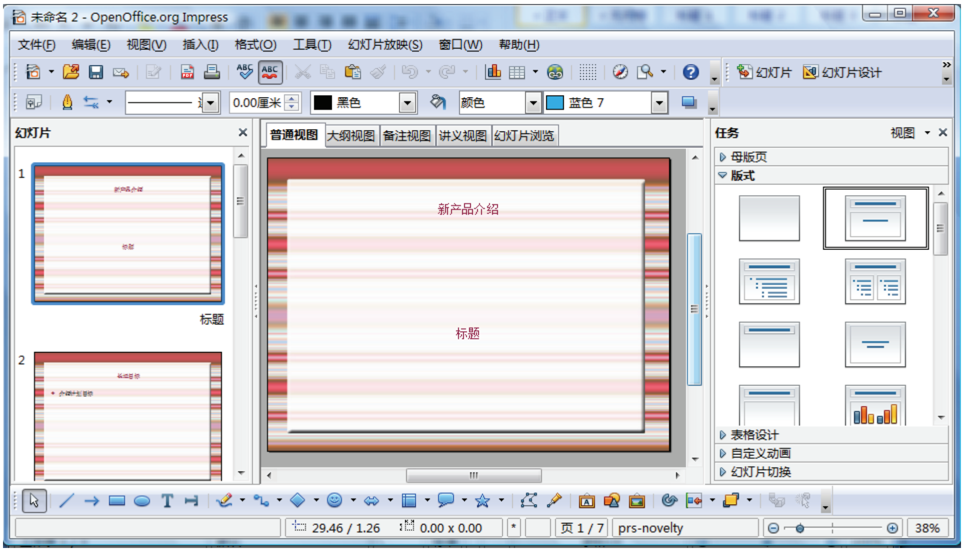


图 1-5　Impress（演示文稿）工作界面

（4）Math（公式编辑器）。

Math 是 OpenOffice.org 的数学方程式组件，其工作界面如图 1-6 所示。使用 Math，可以为文件加入方程式和公式。除了作为 OpenDocument 文本文档的方程式编辑器外，它也可以被其他文件使用或者独立使用。

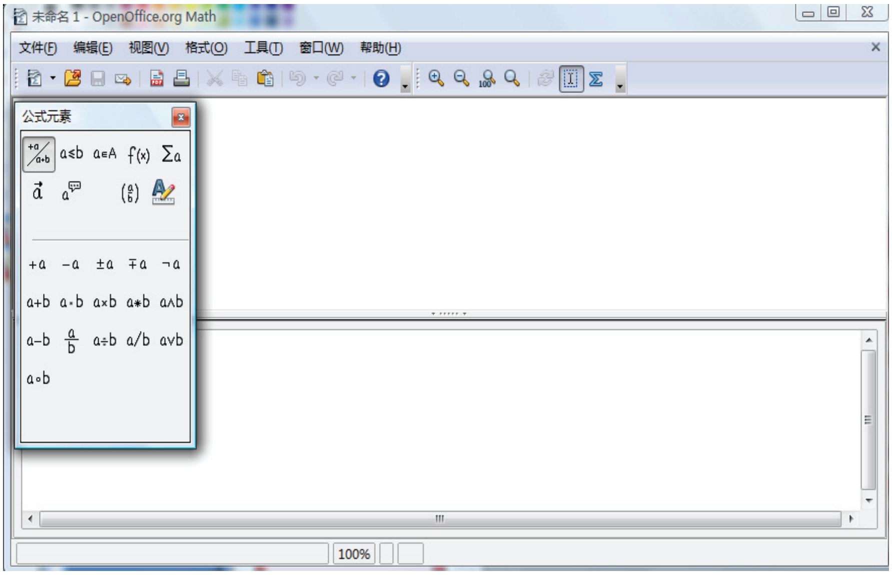


图 1-6　Math（公式编辑器）工作界面

（5）Draw（绘图程序）。

Draw 绘图程序是强大的图形工具包，它是为计划任务提供快照、图表和图形的处理工具。其工作界面如图 1-7 所示。

（6）Base（数据库）。

Base 工作界面如图 1-8 所示。

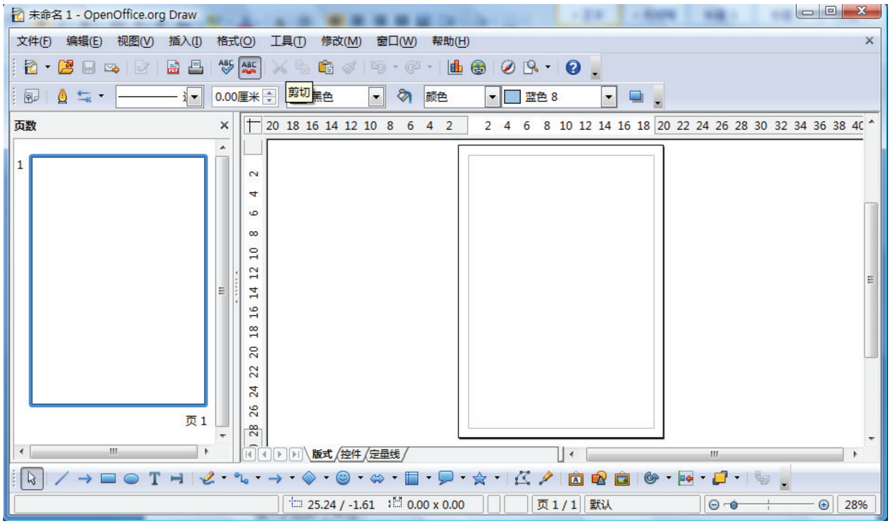


图 1-7　Draw（绘图程序）工作界面

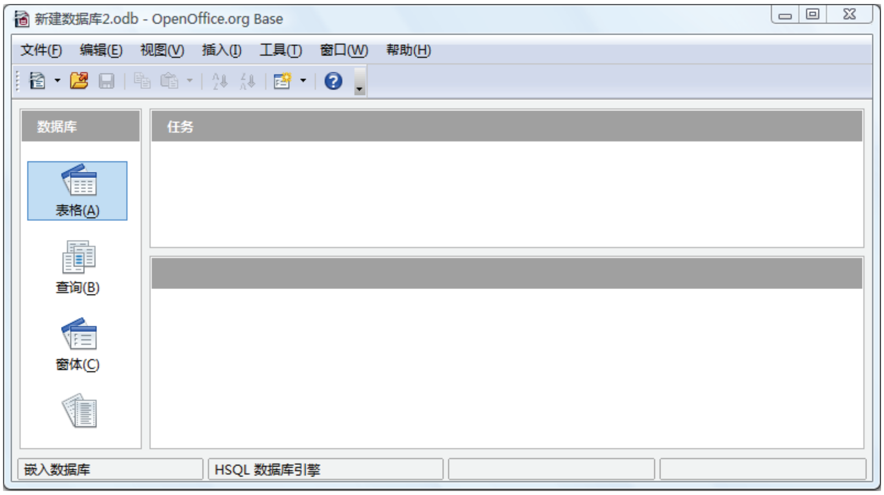


图 1-8　Base（数据库）工作界面

可以在 OpenOffice.org 的内部操作 Base 数据库中的数据，也可以使用自己的数据库软件或者基于 HSQL 的数据库引擎来创建和修改表格、表单、查询和报告。

1.2.2　Autodesk AutoCAD 2010（中文版）简介

AutoCAD（Auto Computer Aided Design）是美国 Autodesk（欧特克）公司于 1982 年首次发布的自动计算机辅助设计软件，用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计等，现在已经成为国际上非常流行的绘图工具。AutoCAD 2010 工作界面如图 1-9 所示。

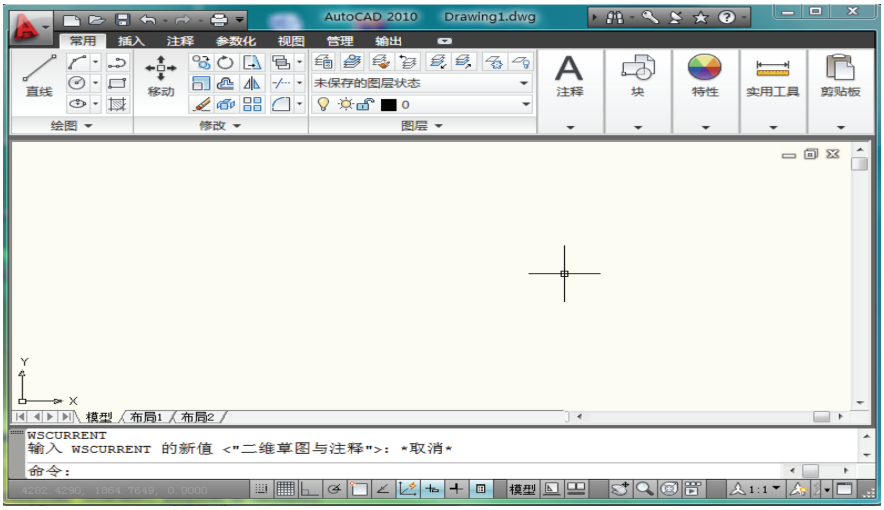


图 1-9　AutoCAD 2010 工作界面

在综合布线设计中，AutoCAD 软件主要用来完成设计和绘制系统图和施工图的工作。设计人员需要熟练掌握 AutoCAD 软件的使用。

1.3　综合布线硬件设备

1.3.1　网络综合布线实训设备简介

下面介绍网络综合布线实训设备。

（1）典型实训设备立体布局如图 1-10 所示。

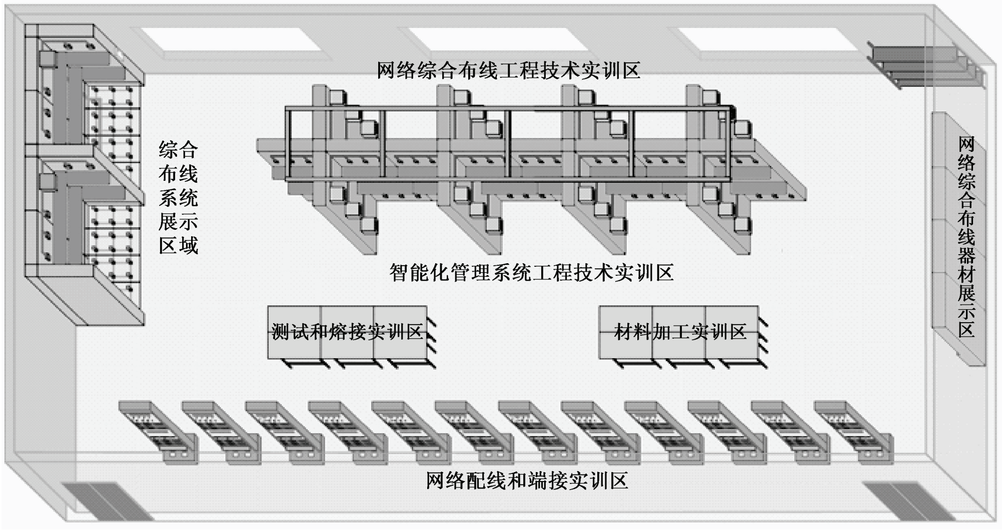


图 1-10　典型实训设备立体布局

（2）典型实训设备学习效果图如图 1-11 所示。

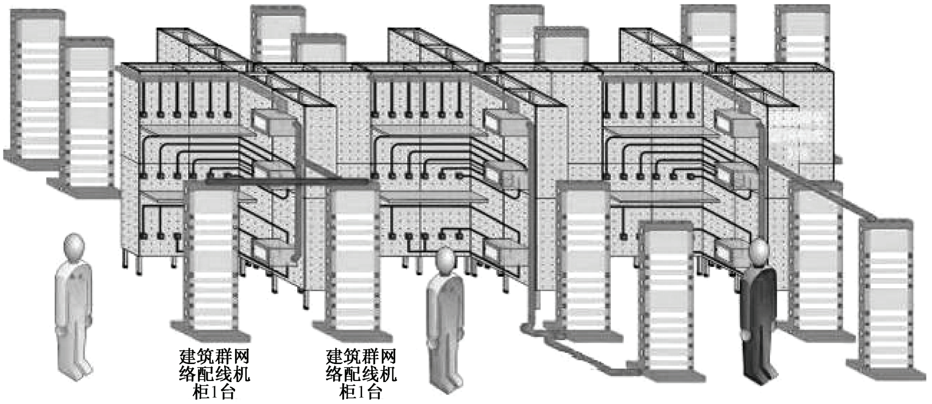


图 1-11　典型实训设备学习效果图

（3）网络综合布线工程技术实训区：安装网络综合布线实训装置。

- 产品型号：KYSYZ-04-0433；
- 产品规格：全钢结构，长 2.64 m，宽 2.64 m，高 2.6 m；
- 实训人数：满足 12 名学生同时实训。

（4）网络布线材料制作加工区：安装不锈钢实训操作台 4 张。

- 产品型号：KYSXT-01-03；
- 产品规格：长 1.2 m，宽 0.6 m，高 0.75 m；
- 区域功能：在操作台上安装工具和进行材料加工。

（5）工具器材存放保管区：安装线管存放架 1 个，长 1.8 m，宽 0.38 m，高 1.8 m。存放各种线槽、线管和工具箱等较大器材。

（6）综合布线实训产品的特点。

① 具有网络综合布线设计和工程技术实训平台功能；

② 满足每组 3～4 人同时或者交叉进行综合布线工程 7 个子系统的实训功能；

③ 能够同时开展 4 个工作区子系统、4 个设备间子系统、4 个垂直子系统和 4 个水平子系统等项目的实训功能；

④ 综合布线实训设备为全钢结构，预设各种网络设备、插座、线槽、机柜等的安装螺孔，实训过程保证无尘操作，重点突出工程技术实训；

⑤ 保证实训次数 5 000 次以上，实训设备寿命可达 10 年以上；

⑥ 实训一致性好，即相同实训项目的实训结果相同，并且每组实训难易程度相同；

⑦ 具有搭建多种网络永久链路、信道链路和测试链路的平台功能；

⑧ 扩展功能强大，能够扩展为监控系统、报警、智能化管理系统实训平台等。

（7）实训项目。

① 具有智能化建筑模型功能，开展综合布线系统工程规划和设计实训；

② 能够进行综合布线系统各个子系统的单独实训和综合实训及考核；

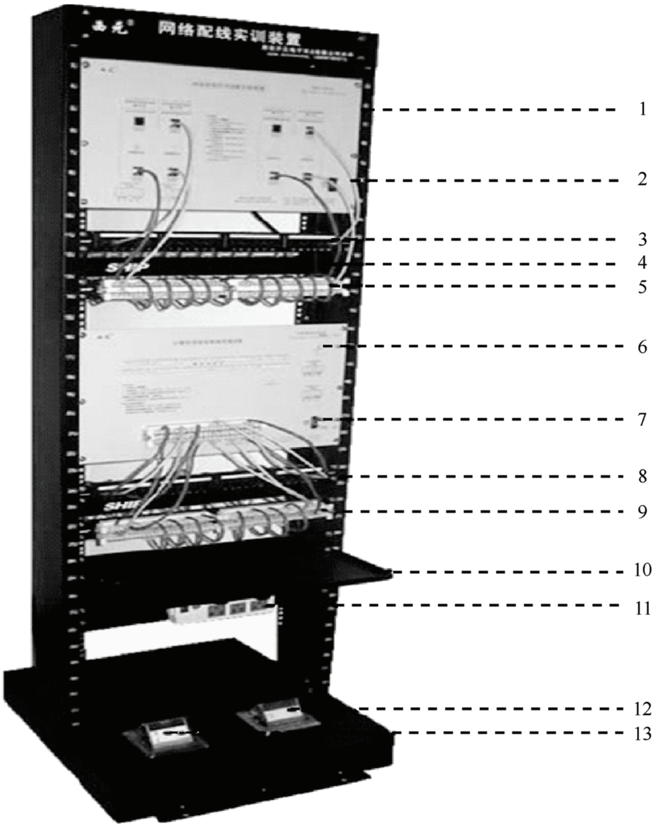
③ 工作区子系统实训，信息插座设计和安装实训；

④ 配线子系统实训，布线路由设计，以及各种线槽、线管和桥架布线安装实训；
⑤ 管理间子系统实训，壁挂式机柜及配线设备布线安装实训；
⑥ 干线子系统实训，各种线槽、线管布线安装实训；
⑦ 设备间子系统实训，立式机柜及配线设备布线安装实训。
⑧ 建筑物子系统实训。

1.3.2　网络配线实训装置简介

1．网络配线装置的结构和设备位置

网络配线装置的结构如图 1-12 所示。网络配线装置的设备位置如图 1-13 所示。



说明：

1—网络跳线测试仪	2—网络跳线测试仪电源开关
3—RJ-45 24 口网络配线架	4—理线环
5—100 回 110 型通信跳线架	6—网络压接线实训仪
7—网络压接线实训仪电源开关	8—RJ-45 24 口网络配线架
9—100 回 110 型通信跳线架	10—零件 / 工具盒
11—设备电源插座	12—地弹网络插座
13—地弹电源插座	

图 1-12　网络配线装置的结构

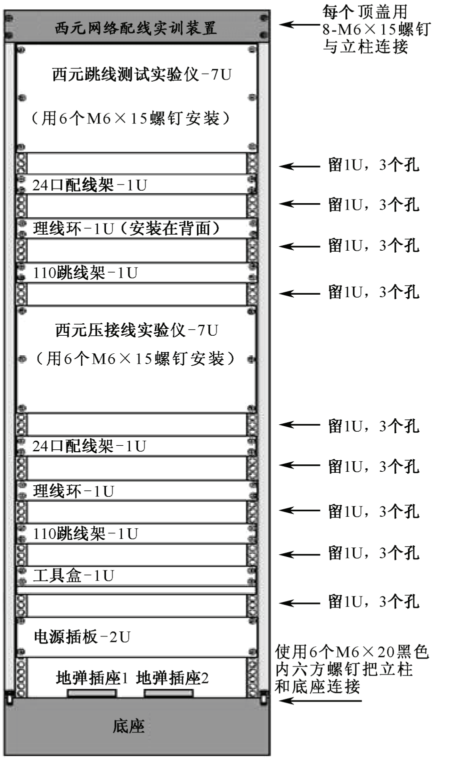


图 1-13　网络配线装置的设备位置

- 外型尺寸：长 600 mm，宽 530 mm，高 1 800 mm；
- 电压 / 功率：交流电 220 V/50 W。

2．网络配线实训装置

- 产品型号：KYPXZ-01-05；
- 产品规格：长 0.6 m，宽 0.53 m，高 1.8 m；
- 实训人数：2～4 名学生 / 台。

3．主要配套设备

（1）安装有网络压接线实训仪 1 台。共有 96 个指示灯分 48 组，同时显示 6 根双绞线全部 96 次的端接情况。每台设备具有同时端接 6 根双绞线两端的功能，每次实训端接 96 次。每芯线端接有对应的指示灯，直观而持续地显示电气连接状况和线序。能够直观地判断 6 根双绞线跨接、反接、短路、断路等各种故障。

（2）安装有网络跳线测试仪 1 台。共有 64 个指示灯分为 32 组，同时显示 4 根跳线全部端接和线序情况。能够同时测量 4 根网络跳线，每根跳线对应 8 组 16 个指示灯直观和持续显示两端 RJ-45 接头端接状况和线序，显示跨接、反接、短路、断路等故障。

（3）安装有标准 19 寸 24 口网络配线架 2 台。

（4）安装有标准 19 寸 100 回 110 型通信跳线架 2 台。
（5）安装有标准 19 寸网络理线环 2 台。
（6）安装有标准 RJ-45 和 RJ-11 地弹插座 1 个，地弹电源插座 1 个。
（7）安装有零件 / 工具盒 1 个。
（8）立柱具有桥架布线实训功能。

4．配线装置特点

（1）专业实训设备，实训项目多，性价比高，取代传统双绞线+测线仪的简单方式。

（2）能够进行网络双绞线配线端接实训，保证 5000 次以上实训。每次端接 6 根双绞线的两端，每根双绞线两端各端接线 8 次，每次实训每人端接线 96 次。

（3）共有 96 个指示灯分 48 组，同时和持续显示 6 根双绞线全部 96 次端接的情况。每芯线端接有对应的指示灯直观和持续显示电气连接状况和线序，直观判断 6 根双绞线跨接、反接、短路、断路等各种故障。

（4）能够制作和同时测量 4 根网络跳线，对应指示灯显示两端 RJ-45 接头端接连接状况和线序。

（5）每根跳线对应 8 组 16 个指示灯直观和持续显示连接状况和线序，共有 64 个指示灯分为 32 组，同时显示 4 根跳线的全部线序情况。

（6）能够直观判断网络跳线制作时出现的跨接、反接、短路、断路等故障。

（7）能与网络配线架、通信跳线架组合进行多种永久链路的端接实训，仿真网络机柜配线端接。

（8）能够人为模拟配线端接、永久链路的常见故障，如跨接、反接、短路、断路等。

（9）实训设备具有 5000 次以上的端接实训功能，每次实训成本非常低，连接块更换方便。

（10）具有搭建多种网络永久链路和信道测试链路平台的功能。

（11）综合布线技能大赛指定产品，具有实训考核功能，指示灯直接显示结果，易评判和打分。

（12）开放式标准网络机柜结构，落地安装，立式操作，模拟工程实际情况，稳定实用。

（13）立柱具有桥架布线实训功能。

5．主要实训功能

（1）标准网络机柜和设备安装实训功能；
（2）网络模块原理端接实训功能；
（3）RJ-45 配线架端接实训功能；
（4）110 型通信跳线架端接实训功能；
（5）RJ-45 水晶头制作和测试实训功能；
（6）基本永久链路实训功能（跳线测试仪+RJ-45 配线架）；
（7）复杂永久链路实训功能（跳线测试仪+RJ-45 配线架+110 通信跳线架）。

1.3.3　配套工具箱

为了方便实训室的工具管理，专门设计了适合综合布线工程现场使用的工具箱，如图 1-14 所示，包括布线工程常用的基本工具。工具箱采用圆弧型材和铝板外壳，内部设置有专门的成型内衬来固定工具，每个工具零件都有对应的金属铭牌标注。

图 1-14　配套工具箱

产品型号：KYGJX-11。

产品规格：长 515 mm，高 180 mm，宽 315 mm。

产品功能：圆弧型材，铝板外壳，成型内衬。

工具清单和规格如表 1-2 所示。

表 1-2　工具清单和规格

序　号	工 具 名 称	规　格	数　量	用　途
1	网络压线钳	RJ-45 口/RJ-11 口	2 把	端接 RJ-45/RJ-11 头
2	网络打线钳	单口	2 把	端接模块
3	钢卷尺	2 m	2 把	测量长度
4	活扳手	150 mm（6 英寸）	2 把	固定螺栓和螺母
5	螺丝刀	Φ6×150 十字头带磁性	2 把	固定十字头螺钉
6	壁纸刀	塑柄美工刀，170 mm，单发	2 把	裁断等
7	手持锯弓	长度 200～300 mm，可调	2 套	锯断 PVC 线槽 / 线管
8	线管剪	3～42 mm	1 把	剪断 PVC 管
9	老虎钳	203 mm（8 英寸）	2 把	夹持物件，更换 5 对连接块
10	尖嘴钳	152 mm（6 英寸）	1 把	夹持物件
11	镊子	135 mm	1 把	清理模块夹线用
12	不锈钢角尺	300 mm	1 把	测量角度和长度
13	条形水平尺	400 mm	1 把	测量水平和垂直
14	弯管器	Φ 20	1 把	弯曲 Φ20 PVC 管
15	牵引钢丝绳	Φ3，长度 4 m，防水	1 根	线管内穿线牵引使用
16	计算器	长 135 mm，宽 100 mm	1 个	计算
17	钻头	Φ10，长度 130 mm	2 个	与电钻配套开孔
18	钻头	Φ8，长度 110 mm	2 个	与电钻配套开孔
19	钻头	Φ6，长度 90 mm	2 个	与电钻配套开孔

（续表）

序　　号	工具名称	规　　格	数　　量	用　　途
20	批头	Φ6，长度 50 mm，十字头	2 个	与电钻配套固定十字头螺钉
21	水晶头	RJ-45	10 个	
22	螺钉	M6×16	10 个	
合　　计		22 种 52 件		

1.4　综合布线评价

1.4.1　网络综合布线系统设计评价项目

网络综合布线系统工程的设计，主要涉及既有建筑物改造和新建建筑物综合布线系统设计，主要包括以下工作任务：

（1）综合布线系统信息点规划设计和点数统计表。信息点数量和位置的规划设计非常重要，直接决定项目投资规模。一般使用 Excel 工作表或 Word 表格，主要设计和统计建筑物的数据、语音、控制设备等信息点数量。

（2）综合布线系统图。系统图直观反映工程规模以及设备和器材数量，指导施工。它一般使用 CAD 软件完成，也可以使用 Visio 软件完成。

（3）综合布线系统施工图。施工图是项目安装施工和预算的依据，一般在建筑物施工图电子版中直接添加。设计部门使用 CAD 软件完成，主要设计布线路由和安装位置。

（4）综合布线系统工程材料统计表。用来统计工程中使用的全部材料，包括布线器材、配件和辅料等。

（5）综合布线系统工程预算表。一般包括项目前期概算、项目合同预算和竣工决算，执行国家预算定额。

（6）综合布线系统端口对应表。一般开工前，对每个信息点进行命名和编号，并且对应到每个设备端口。

（7）综合布线系统工程施工进度表。用于安排项目工期和每日进度。

1.4.2　网络综合布线工程管理评价要求

对于设备间、电信间、进线间和工作区的配线设备、缆线、信息点等设施，要按一定的模式进行标识和记录，并符合下列规定：

（1）综合布线系统工程要采用计算机进行文档记录与保存，简单且规模较小的综合布线系统工程可按图纸资料等纸质文档进行管理，并做到记录准确、更新及时、便于查阅；文档资料应实现汉化。

（2）综合布线的每一条电缆、光缆、配线设备、端接点、接地装置、敷设管线等组成部分都要给定唯一的标识符，并设置标签。标识符应采用相同数量的字母和数字等标明。

（3）电缆和光缆的两端均应标明相同的标识符。

（4）设备间、电信间、进线间的配线设备要采用统一的色标区别各类业务与用途的配

线区。

（5）所有标签应保持清晰、完整，并满足使用环境要求。

对于规模较大的布线系统工程，为了提高布线工程维护水平与网络安全，应该采用电子配线设备对信息点或配线设备进行管理，以显示与记录配线设备的连接、使用及变更状况。

综合布线系统相关设施的工作状态信息包括：设备和缆线的用途、使用部门、组成局域网的拓扑结构、传输信息速率、终端设备配置状况、占用器件编号、色标、链路与信道的功能和各项主要指标参数及完好状况、故障记录等，还应包括设备位置和缆线走向等内容。

1.4.3　网络综合布线工程评价标准

网络综合布线工程评价标准如表 1-3～表 1-6 所示。

表 1-3　网络综合布线工程技术评分表（第一部分，总分 600 分）

名称	评 分 细 则	评分等级	得分	备　　注
点数统计表（200 分）	项目名称正确 20 分，否则 0 分	0，20		表头名称中必须有“网络信息点数量统计表”字样
	表格设计合理 30 分，否则 0 分	0，30		行、列宽度合适，项目齐全，名称正确
	数量正确 100 分，否则 0 分	0，100		表格任何 1 项错误不得分
	表格说明正确完整 30 分，否则 0 分	0，30		
	签字和日期完整 20 分	0，10，20		只能签署竞赛组编号 10 分，日期完整 10 分
设计和绘制系统图（100 分）	标注 BD、FD、TO 符号正确 20 分	0～20		每少 1 个符号扣 5 分，否则 0 分
	配线架图形符号正确和位置合理 20 分，错误 0 分	0，20		符号正确 10 分，位置合理 10 分
	布线路由和连接关系合理 20 分，否则 0 分	0，20		
	信息点数量正确 10 分，否则 0 分	0，10		
	图面布局合理 5 分，否则 0 分	0，5		
	说明完整 10 分，否则 0 分	0，10		
	标题栏合理 15 分	0，5，10，15		包括项目名称 5 分、签字 5 分和日期 5 分
施工图（300 分）	图面设计布局合理，位置尺寸标注清楚、正确 40 分，否则 0 分	0，40		
	标题栏完整，签署参赛队机位号 20 分，否则 0 分	0，20		
	说明清楚和正确 40 分，否则 0 分	0，40		
	器材规格选择正确 20 分，否则 0 分	0，20		
	机柜和插座位置、规格正确 40 分，否则 0 分	0，40		
	垂直布线路由位置正确 40 分，否则 0 分	0，40		
	水平布线路由位置正确 40 分，否则 0 分	0，40		
	信息点数量配置合理、正确 60 分，否则 0 分	0，60		
第一部分得分				

表 1-4　网络综合布线工程技术评分表（第二部分，总分 1450 分）

<table>
<tr><th>名　称</th><th>评 分 细 则</th><th>总　分</th><th>备　注</th></tr>
<tr><td rowspan="4">网络跳线制作和线序测试（100 分）</td><td>长度正确 5 分，长或短 5 mm 不得分</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">共 5 根跳线，每根跳线 20 分
跳线 1：　跳线 2：
跳线 3：　跳线 4：
跳线 5：</td></tr>
<tr><td>线序正确 5 分，错一处不得分</td></tr>
<tr><td>端接正确 5 分（两端），否则 0 分</td></tr>
<tr><td>剪掉牵引线 5 分（两端），否则 0 分</td></tr>
<tr><td rowspan="6">测试链路和线序测试（540 分）</td><td>如果出现路由错误，扣除该组链路 135 分</td><td></td><td rowspan="6">得分：
链路 1：　链路 2：
链路 3：　链路 4：</td></tr>
<tr><td>线序和端接正确（5 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td>电气连通（30 分 / 组）</td><td></td></tr>
<tr><td>每根跳线长度合适（5 分×3 根）</td><td></td></tr>
<tr><td>剥线长度合适（8 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td>剪掉牵引线（2 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">复杂永久链路端接（810 分）</td><td>如果出现路由错误，扣除该组链路 135 分</td><td></td><td rowspan="6">得分：
链路 1：　链路 2：
链路 3：　链路 4：
链路 5：　链路 6：</td></tr>
<tr><td>线序和端接正确（5 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td>电气连通（30 分 / 组）</td><td></td></tr>
<tr><td>每根跳线长度合适（5 分×3 根）</td><td></td></tr>
<tr><td>剥线长度合适（8 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td>剪掉牵引线（2 分×6 处）</td><td></td></tr>
<tr><td>第二部分得分</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

表 1-5　网络综合布线工程技术评分表（第三部分，总分 2740 分）

<table>
<tr><th>名称</th><th colspan="2">评 分 细 则</th><th>得分</th><th>备　注</th></tr>
<tr><td rowspan="10">20 PVC 冷弯管安装布线（1160 分）</td><td rowspan="3">信息插座安装</td><td>每个底盒安装位置正确 10 分，否则 0 分；共 6 个底盒</td><td></td><td rowspan="3">信息插座得分：
11：
12：
13：
14：
15：
16：</td></tr>
<tr><td>每个模块端接正确 30 分，否则 0 分；共 9 个模块</td><td></td></tr>
<tr><td>每个面板安装正确 10 分，否则 0 分；共 6 个面板</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">线管安装和布线</td><td>曲率半径不合格扣 20 分 / 处，每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 10 分</td><td></td><td rowspan="2">每个布线路由 50 分。有 1 处没有完成，直接扣除该路由全部分数</td></tr>
<tr><td>布线没有做线标，每处扣 10 分</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">设备安装和配线端接</td><td>设备安装位置合理（20 分 / 台）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>剥线长度合适（10 分 / 根）</td><td></td><td rowspan="4">一共 9 根线</td></tr>
<tr><td>线序和端接正确（30 分 / 根）</td><td></td></tr>
<tr><td>预留缆线长度合适（5 分 / 根）</td><td></td></tr>
<tr><td>剪掉牵引线（5 分 / 根）</td><td></td></tr>
</table>

（续表）

名称	评 分 细 则		得分	备　　注
PVC 线槽安装布线（1280 分）	信息插座安装	安装位置正确 10 分，否则 0 分；共 6 个底盒		信息插座得分： 21：　22：　23： 24：　25：　26：
		模块端接正确 30 分，否则 0 分；共 8 个模块		
		面板安装正确 10 分，否则 0 分；共 6 个面板		
	线槽安装和布线	每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 10 分		每个弯头 50 分，每个布线路由有 1 处没有完成，直接扣除该路由全部分数
		布线没有做线标，每处扣 10 分		
	设备安装和配线端接	设备安装位置合理（20 分 / 台）		
		剥线长度合适（10 分 / 根）		一共 8 根线
		线序和端接正确（30 分 / 根）		
		预留缆线长度合适（5 分 / 根）		
		剪掉牵引线（5 分 / 根）		
建筑物子系统布线安装（300 分）		线管安装合理 60 分		
		线槽安装合理 60 分		
		布线和端接正确、合适（60 分 / 根）		
第三部分得分				

表 1-6　网络综合布线工程技术评分表（第四部分，总分 500 分）

名称	评 分 细 则	评分等级	得分	备　　注
竣工资料（300 分）	装订整齐 20 分，否则 0 分	0，20		要求：内容清楚、完整
	封面 30 分，否则 0 分	0，30		要求：有项目名称、施工单位和时间
	目录 20 分，否则 0 分	0，20		要求：有项目名称、施工单位、实施时间、具体工作内容、完成工作量和未完成工作量等
	竣工总结报告 170 分	0，170		
	点数统计表 20 分，否则 0 分	0，20		
	系统图 20 分，否则 0 分	0，20		
	施工图 20 分，否则 0 分	0，20		
施工管理（200 分）	施工安全 40 分，否则 0 分	0，40		
	分工合理 40 分，否则 0 分	0，40		
	配合默契 40 分，否则 0 分	0，40		
	用料合理 40 分，否则 0 分	0，40		
	现场整洁 40 分，否则 0 分	0，40		
第四部分得分				

第 2 章　网络综合布线系统工程设计

2.1　综合布线设计概述

网络综合布线技术是一门新兴的工程技术，是计算机技术、通信技术、控制技术与建筑技术紧密结合的产物。为了配合现代化城镇信息通信网向数字化方向发展，规范建筑与建筑群的语音、数据、图像及多媒体业务综合网络建设，国家制定了综合布线规范。

在进行建筑物和建筑群新建、扩建、改建综合布线系统工程的设计时，要遵守综合布线设计规范。

综合布线系统设施及管线的建设，要纳入建筑与建筑群相应的规划设计之中。在工程设计中，要根据工程项目的性质、功能、环境条件和近／远期用户需求进行设计，并应考虑施工和维护方便，确保综合布线系统工程的质量和安全，做到技术先进、经济合理。

综合布线系统要与信息设施系统、信息化应用系统、公共安全系统、建筑设备管理系统等统筹规划，相互协调，并按照各系统信息的传输要求优化设计。综合布线系统作为建筑物的公用通信配套设施，在工程设计中要满足为多家电信业务经营者提供业务的需求。综合布线系统的设备要选用经过国家认可的、产品质量检验机构鉴定合格的、符合国家有关技术标准的定型产品。

2.1.1　综合布线常用术语

综合布线常用术语介绍如下：

（1）布线（Cabling）——能够支持信息电子设备相连的各种缆线、跳线、接插软线和连接器件等组成的系统。

（2）建筑群子系统（Campus Subsystem）——由配线设备、建筑物之间的干线电缆或光缆、设备缆线、跳线等组成的系统。

（3）电信间（Telecommunications Room）——放置电信设备、电缆和光缆终端配线设备并进行缆线交接的专用空间。

（4）工作区（Work Area）——需要设置终端设备的独立区域。

（5）信道（Channel）——连接两个应用设备的端到端的传输通道。信道包括设备电缆、设备光缆和工作区电缆、工作区光缆。

（6）CP 链路（CP Link）——楼层配线设备与集合点（CP）之间，包括各端连接器件在内的永久性链路。

（7）链路（Link）——一个 CP 链路或一个永久链路。

（8）永久链路（Permanent Link）——信息点与楼层配线设备之间的传输线路。它不包括工作区缆线和连接楼层配线设备的设备缆线、跳线，但可以包括一个 CP 链路。

（9）集合点（Consolidation Point，CP）——楼层配线设备与工作区信息点之间水平缆线路由中的连接点。

（10）建筑群配线设备（Campus Distributor，CD）——终接建筑群主干缆线的配线设备。

（11）建筑物配线设备（Building Distributor，BD）——为建筑物主干缆线或建筑群主干缆线终接的配线设备。

（12）楼层配线设备（Floor Distributor）——终接水平电缆、水平光缆和其他布线子系统缆线的配线设备。

（13）建筑物入口设施（Building Entrance Facility）——提供符合相关规范的机械与电气特性的连接器件，使得外部网络电缆和光缆引入建筑物内。

（14）连接器件（Connecting Hardware）——用于连接电缆线对和光纤的一个器件或一组器件。

（15）光纤适配器（Optical Fibre Connector）——将两对或一对光纤连接器件进行连接的器件。

（16）建筑群主干电缆、建筑群主干光缆（Campus Backbone Cable）——用于在建筑群内连接建筑群配线架与建筑物配线架的电缆和光缆。

（17）建筑物主干缆线（Building Backbone Cable）——连接建筑物配线设备至楼层配线设备，以及建筑物内楼层配线设备之间相连接的缆线。建筑物主干缆线可分为主干电缆和主干光缆。

（18）水平缆线（Horizontal Cable）——楼层配线设备到信息点之间的连接缆线。

（19）永久水平缆线（Fixed Herizontal Cable）——楼层配线设备到 CP 的连接缆线；如果链路中不存在 CP，则为直接连接到信息点的连接缆线。

（20）CP 缆线（CP Cable）——连接集合点（CP）至工作区信息点的缆线。

（21）信息点（Telecommunications Outlet，TO）——各类电缆或光缆终接的信息插座模块。

（22）设备电缆、设备光缆（Equipment Cable）——通信设备连接到配线设备的电缆、光缆。

（23）跳线（Jumper）——不带连接器件或带连接器件的电缆线对，或者带连接器件的光纤，用于配线设备之间进行连接。

（24）缆线（Cable，包括电缆和光缆）——在一个总的护套里，由一个或多个同类型的缆线线对组成，并可包括一个总的屏蔽物。

（25）光缆（Optical Cable）——由单芯或多芯光纤构成的缆线。

（26）电缆、光缆单元（Cable Unit）——型号和类别相同的电缆线对或光纤的组合。电缆线对可以有屏蔽物。

（27）线对（Pair）——一个平衡传输线路的两个导体，一般指一个对绞线对。

（28）平衡电缆（Balanced Cable）——由一个或多个金属导体线对组成的对称电缆。

（29）屏蔽平衡电缆（Screened Balanced Cable）——带有总屏蔽和 / 或每线对均有屏蔽物的平衡电缆。

（30）非屏蔽平衡电缆（Unscreened Balanced Cable）——不带有任何屏蔽物的平衡电缆。

（31）接插软线（Patch Cable）——一端或两端带有连接器件的软电缆或软光缆。

（32）多用户信息插座（Muiti-user Telecommunications Outlet）——在某一地点，若干信息插座模块的组合。

（33）交接（交叉连接）（Cross Connect）——配线设备和通信设备之间采用接插软线或跳线上的连接器件相连的一种连接方式。

（34）互连（Interconnect）——不用接插软线或跳线，使用连接器件把一端的电缆或光缆与另一端的电缆或光缆直接相连的一种连接方式。

2.1.2　综合布线常用符号与缩略词

综合布线常用符号和缩写词中英对照表如表 2-1 所示。

表 2-1　综合布线常用符号和缩写词中英对照表

符号或缩写词	英 文 名 称	中文名称或解释
ACR	Attenuation to Crosstalk Ratio	衰减串扰比
BD	Building Distributor	建筑物配线设备
CD	Campus Distributor	建筑群配线设备
CP	Consolidation Point	集合点
dB	dB（decibel）	电信传输单元：分贝
D.C.	Direct Current	直流
EIA	Electronic Industries Association	美国电子工业协会
ELFEXT	Equal Level Far End Crosstalk Attenuation（Loss）	等电平远端串扰衰减
FD	Floor Distributor	楼层配线设备
FEXT	Far End Crosstalk Attenuation（Loss）	远端串扰衰减（损耗）
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电工技术委员会
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	美国电气和电子工程师学会
IL	Insertion Loss	插入损耗
IP	Internet Protocol	因特网协议
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
LCL	Longitudinal to Differential Conversion Loss	纵向对差分转换损耗
OF	Optical Fiber	光纤
PS NEXT	Power Sum NEXT Attenuation（Loss）	近端串扰功率和
PS ACR	Power Sum ACR	ACR 功率和
PS ELFEXT	Power Sum ELFEXT Attenuation（Loss）	ELFEXT 衰减功率和
RL	Return Loss	回波损耗
SC	Subscriber Connector（Optical Fiber Connector）	用户连接器（光纤连接器）
SFF	Small Form Factor Connector	小型连接器
TCL	Transverse Conversion Loss	横向转换损耗
TE	Terminal Equipment	终端设备
TIA	Telecommunications Industry Association	美国电信工业协会
UL	Underwriters Laboratories	美国保险商实训所安全标准
Vr.m.s	Root-mean-square Voltage	电压有效值

2.2　综合布线系统设计

2.2.1　综合布线系统设计概述

综合布线系统是开放式网络拓扑结构，能够支持语音、数据、图像、多媒体业务等信息的传递。

综合布线系统工程按以下 7 个部分进行设计：

（1）工作区：一个独立的需要设置终端设备（TE）的区域宜划分为一个工作区。工作区应由配线子系统的信息插座模块（TO）、延伸到终端设备处的连接缆线及适配器组成。

（2）配线子系统：配线子系统应由工作区的信息插座模块、信息插座模块至电信间配线设备（FD）的配线电缆和光缆、电信间的配线设备及设备缆线和跳线等组成。

（3）干线子系统：干线子系统应由设备间至电信间的干线电缆和光缆、安装在设备间的建筑物配线设备（BD），以及设备缆线和跳线组成。

（4）建筑群子系统：建筑群子系统应由连接多个建筑物之间的主干电缆和光缆、建筑群配线设备（CD），以及设备缆线和跳线组成。

（5）设备间：设备间是在每幢建筑物的适当地点进行网络管理和信息交换的场地。对于综合布线系统工程设计，设备间主要安装建筑物配线设备。电话交换机、计算机主机设备及入口设施也可与配线设备安装在一起。

（6）进线间：进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位，并可作为入口设施和建筑群配线设备的安装场地。

（7）管理间：管理应对工作区、电信间、设备间、进线间的配线设备、缆线、信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录。

综合布线系统的构成要符合以下要求：

（1）综合布线系统基本构成要符合图 2-1 的要求。

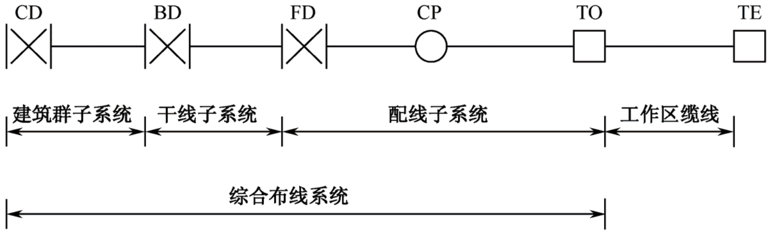


图 2-1　综合布线系统基本构成

☞**注意：**配线子系统中可以设置集合点（CP 点），也可以不设置集合点。

（2）综合布线子系统构成要符合图 2-2 的要求。

☞**注意：**图 2-2 中的虚线表示 BD 与 BD 之间，FD 与 FD 之间可以设置主干缆线；建筑物 FD 可以经过主干缆线直接连至 CD，TO 也可以经过水平缆线直接连至 BD。

（3）综合布线系统入口设施及引入缆线构成要符合图 2-3 的要求。

☞**注意**：对设置了设备间的建筑物，设备间所在楼层的 FD 可以和设备中的 BD/CD 及入口设施安装在同一场地。

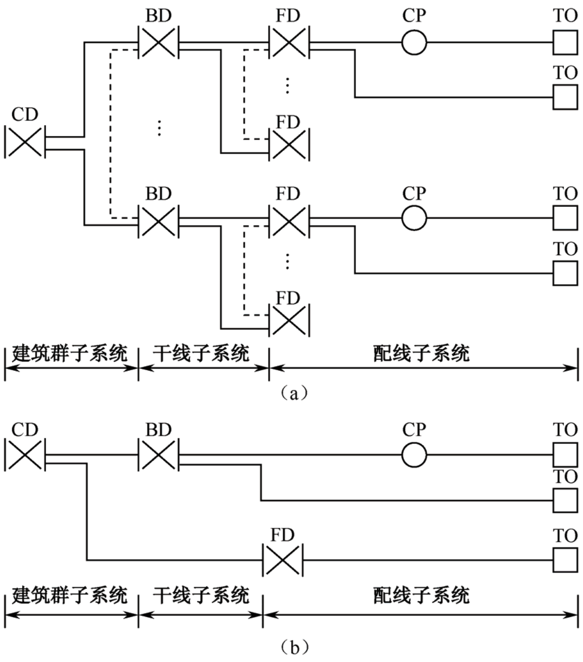


图 2-2　综合布线子系统构成

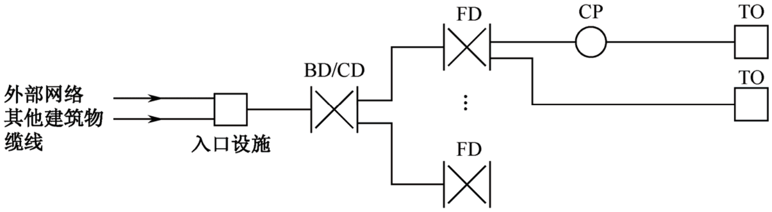


图 2-3　综合布线系统引入部分构成

2.2.2　系统分级与组成

综合布线铜缆系统的分级与类别划分要符合表 2-2 所示的要求。

表 2-2　铜缆布线系统的分级与类别

系统分级	支持带宽	支持应用器件	
		电缆	连接硬件
A	100 kHz		
B	1 MHz		
C	16 MHz	3 类	3 类
D	100 MHz	5 / 5e 类	5 / 5e 类
E	250 MHz	6 类	6 类
F	600 MHz	7 类	7 类

注：3 类、5 / 5e 类（超 5 类）、6 类、7 类布线系统支持向下兼容的应用。

光纤信道分为 OF-300、OF-500 和 OF-2000 3 个等级，各等级光纤信道要支持的应用长度不应小于 300 m、500 m 及 2 000 m。

综合布线系统信道由最长 90 m 水平缆线、最长 10 m 的跳线和设备缆线以及最多 4 个连接器件组成，永久链路则由 90 m 水平缆线及 3 个连接器件组成。连接方式如图 2-4 所示。

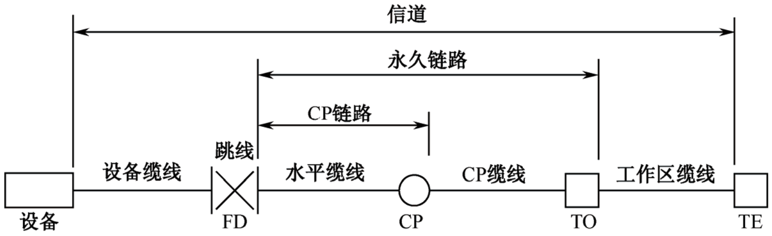


图 2-4　综合布线系统信道、永久链路和 CP 链路构成

光纤信道构成方式要符合以下要求：

（1）水平光缆和主干光缆至楼层电信间的光纤配线设备要经过光跳线连接构成，如图 2-5 所示。

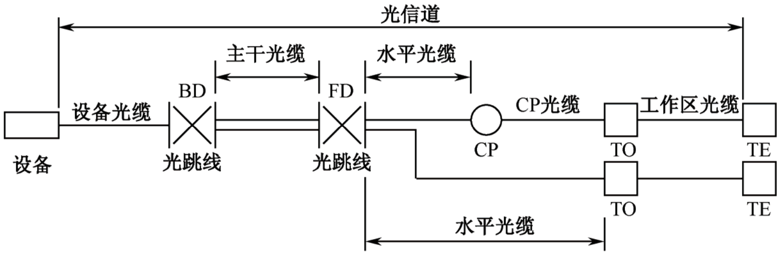


图 2-5　光纤信道构成——光缆经过电信间 FD 光跳线连接

（2）水平光缆和主干光缆在楼层电信间要经过端接（熔接或机械连接）构成，如图 2-6 所示。

☞**注意：**FD 只设光纤之间的连接点。

（3）水平光缆经过电信间直接连接到设备间配线设备，如图 2-7 所示。

☞**注意：**FD 安装于电信间，只作为光缆路径的场合。

当工作区用户终端设备或某区域网络设备要直接与公用数据网进行互通时，将光缆从工作区直接布放到电信入口设施的光配线设备。

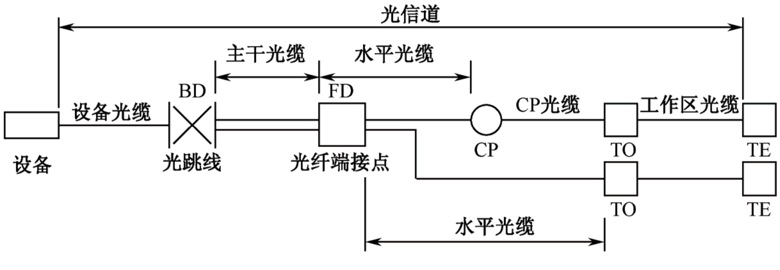


图 2-6　光纤信道构成——光缆在电信间 FD 端接

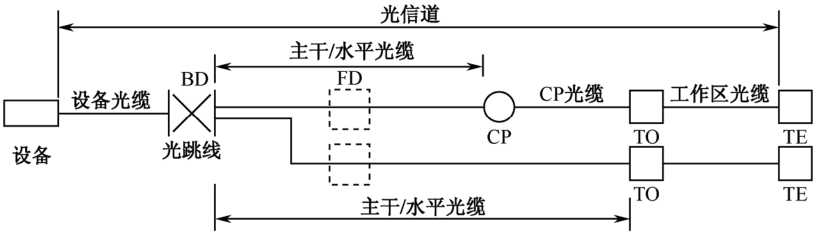


图 2-7　光纤信道构成——光缆经过电信间 FD 直接连接到设备间 BD

2.2.3　缆线长度划分

综合布线系统水平缆线与建筑物主干缆线及建筑群主干缆线之和所构成信道的总长度不应大于 2 000 m。

建筑物或建筑群配线设备之间（FD 与 BD、FD 与 CD、BD 与 BD、BD 与 CD 之间）组成的信道出现 4 个连接器件时，主干缆线的长度不应小于 15 m。

配线子系统各缆线长度应符合图 2-8 的划分，并要符合下列要求：

（1）配线子系统信道的最大长度不应大于 100 m。

（2）工作区设备缆线、电信间配线设备的跳线和设备缆线之和不应大于 10 m；当大于 10 m 时，水平缆线长度（90 m）应当适当减小。

（3）楼层配线设备（FD）跳线、设备缆线及工作区设备缆线各自的长度不大于 5 m。

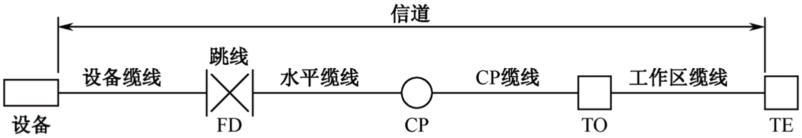


图 2-8　配线子系统缆线划分

2.2.4　系统应用

同一布线信道及链路的缆线和连接器件要保持系统等级与阻抗的一致性。综合布线系统工程的产品类别及链路、信道等级的确定要综合考虑建筑物的功能、应用网络、业务终端类型、业务的需求及发展、性能价格、现场安装条件等因素，要符合表 2-3 所示的要求。

表 2-3　布线系统等级与类别的选用

业务种类	配线子系统		干线子系统		建筑群子系统	
	等级	类别	等级	类别	等级	类别
语音	D / E	5e / 6	C	3（大对数）	C	3（室外大对数）
数据	D / E / F	5e / 6 / 7	D / E / F	5e / 6 / 7（4 对）		
	光纤（多模或单模）	62.5 μm 多模 / 50 μm 多模 / <10 μm 单模	光纤	62.5 μm 多模 / 50 μm 多模 / <10 μm 单模	光纤	62.5 μm 多模 / 50 μm 多模 / <1 μm 单模
其他应用	可采用 5e / 6 类 4 对对绞电缆和 62.5 μm 多模 / 50 μm 多模 / <10 μm 多模、单模光缆					

注：其他应用指数字监控摄像头、楼宇自控现场控制器（DDC）、门禁系统等采用网络端口传送数字信息时的应用。

综合布线系统光纤信道应采用标称波长为 850 nm 和 1300 nm 的多模光纤及标称波长为 1310 nm 和 1550 nm 的单模光纤。

单模和多模光缆的选用应符合网络的构成方式、业务的互连互通方式及光纤在网络中的应用传输距离。楼内宜采用多模光缆，建筑物之间宜采用多模或单模光缆，需直接与电信业务经营者相连时宜采用单模光缆。

为保证传输质量，配线设备连接的跳线宜选用产业化制造的各类跳线，有电话应用时要选用双芯对绞电缆。

工作区信息点为电端口时，应采用 8 位模块通用插座（RJ-45），光端口宜采用 SFF 小型光纤连接器件及适配器。

FD、BD、CD 配线设备应采用 8 位模块通用插座或卡接式配线模块（多对、25 对及回线型卡接模）和光纤连接器件及光纤适配器（单工或双工的 ST、SC 或 SFF 光纤连接器件及适配器）。

CP 集合点安装的连接器件要选用卡接式配线模块或 8 位模块通用插座或各类光纤连接器件和适配器。

2.2.5　屏蔽布线系统

屏蔽布线系统的任务如下：

（1）综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于 3 V/m 时，要采用屏蔽布线系统进行防护；

（2）用户对电磁兼容性有较高的要求（防电磁干扰和信息泄漏）时，或有网络安全保密的需要时，宜采用屏蔽布线系统；

（3）采用非屏蔽布线系统无法满足安装现场条件对缆线的间距要求时，宜采用屏蔽布线系统。

屏蔽布线系统采用的电缆、连接器件、跳线、设备电缆都应是屏蔽的，并要保持屏蔽层的连续性。

2.2.6　开放型办公室布线系统

对于办公楼、综合楼等商用建筑物或公共区域大开间的场地，由于其使用对象数量的不确定性和流动性等因素，要按开放办公室综合布线系统的要求进行设计，并符合下列规定：

（1）采用多用户信息插座时，每一个多用户插座包括适当的备用量在内，能支持 12 个工作区所需的 8 位模块通用插座；各段缆线长度可按表 2-4 选用，也可按下列公式计算：

$$C=(102-H)/1.2$$

$$W=C-5$$

其中，$C=W+D$——工作区电缆、电信间跳线和设备电缆的长度之和；

D——电信间跳线和设备电缆的总长度，D 为 5 m；

W——工作区电缆的最大长度，且 $W\leqslant 22$ m；

H——水平电缆的长度。

表 2-4　各段缆线长度限值

电缆总长度 / m	水平布线电缆长度 H / m	工作区电缆长度 W / m	电信间跳线和设备电缆长度 D / m
100	90	5	5
99	85	9	5
98	80	13	5
97	25	17	5
97	70	22	5

（2）采用集合点时，集合点配线设备与 FD 之间水平线缆的长度应大于 15 m。集合点配线设备容量以满足 12 个工作区信息点的需求来设置。同一个水平电缆路由不允许超过一个集合点（CP）。从集合点引出的 CP 线缆要终接于工作区的信息插座或多用户信息插座上。

（3）多用户信息插座和集合点的配线设备安装于墙体或柱子等建筑物固定的位置。

2.2.7　工业级布线系统

对工业级布线系统的总体要求如下：

（1）工业级布线系统要能够支持语音、数据、图像、视频、控制等信息的传递，并能应用于高温、潮湿、电磁干扰、撞击、振动、腐蚀气体、灰尘等恶劣环境中；

（2）工业布线应用于工业环境中具有良好环境条件的办公区、控制室和生产区之间的交界场所、生产区的信息点，工业级连接器件也可以应用于室外环境中；

（3）在工业设备较为集中的区域应设置现场配线设备；

（4）工业级布线系统宜采用星形网络拓扑结构；

（5）工业级配线设备要根据环境条件确定 IP 的防护等级。

2.3　综合布线系统配置设计

2.3.1　工作区

工作区子系统是指从终端设备出线到信息插座的整个区域，即将一个独立的需要设置终端的区域划分为一个工作区。工作区域可支持电话机、数据终端、计算机、电视机、监视器以及传感器等终端设备。或者将其简单地归结为插座、适配器、桌面跳线等的总称。

工作区适配器的选用要符合下列规定：

（1）设备的连接插座要与连接电缆的插头匹配，不同的插座与插头之间要加装适配器。

（2）在连接使用信号的数 / 模转换、光 / 电转换、数据传输速率转换等相应的装置时，采用适配器。

（3）对于网络规程的兼容，采用协议转换适配器。

（4）各种不同的终端设备或适配器均安装在工作区的适当位置，并应考虑现场的电源与接地。每个工作区的服务面积，要按不同的应用功能确定。

2.3.2　配线子系统

根据工程提出的近期和远期终端设备的设置要求、用户性质、网络构成及实际需要确定建筑物各层需要安装信息插座模块的数量及其位置，配线要留有扩展余地。

配线子系统缆线应采用非屏蔽或屏蔽 4 对对绞电缆，在需要时也可以采用室内多模或单模光缆。

电信间 FD 与电话交换配线及计算机网络设备之间的连接方式要符合以下要求：

（1）电话交换配线的连接方式应符合图 2-9 所示的要求。

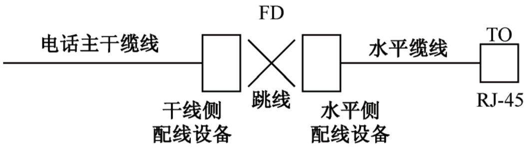


图 2-9　电话系统连接方式

（2）计算机网络设备连接方式。

① 经过跳线连接要符合图 2-10 所示的要求。

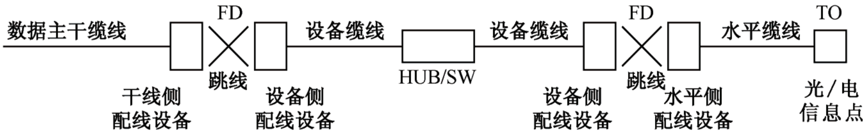


图 2-10　数据系统经过跳线连接方式

② 经过设备缆线连接方式要符合图 2-11 所示的要求。

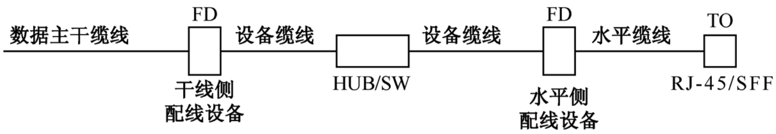


图 2-11　数据系统经过设备缆线连接方式

（3）每一个工作区信息插座模块（电、光）数量不宜少于 2 个，并满足各种业务的需求。

（4）底盒数量应该以插座盒面板设置的开口数确定，每一个底盒支持安装的信息点数量不宜大于 2 个。

（5）光纤信息插座模块安装的底盒大小要充分考虑到水平光缆（2 芯或 4 芯）终接处的光缆盘留空间和满足光缆对弯曲半径的要求。

（6）工作区的信息插座模块要支持不同的终端设备接入，每一个 8 位模块通用插座应连接 1 根 4 对对绞电缆；对每一个双工或 2 个单工光纤连接器件及适配器连接 1 根 2 芯光缆。

（7）从电信间至每一个工作区水平光缆宜按 2 芯光缆配置。光纤至工作区域满足用户群或大客户使用时，光纤芯数至少应有 2 芯备份，按 4 芯水平光缆配置。

（8）连接至电信间的每一根水平电缆／光缆应终接于相应的配线模块，配线模块与缆线容量相适应。

（9）电信间 FD 主干侧各类配线模块应按电话交换机、计算机网络的构成及主干电缆／光缆的所需容量要求及模块类型和规格的选用进行配置。

（10）电信间 FD 采用的设备缆线和各类跳线宜按计算机网络设备的使用端口容量和电话交换机的实装容量、业务的实际需求或信息点总数的比例进行配置，比例范围为 25%～50%。

2.3.3　干线子系统

干线子系统所需要的电缆总对数和光纤总芯数，要满足工程的实际需求，并留有适当的备份容量。主干缆线宜设置电缆与光缆，并互相作为备份路由。

干线子系统主干缆线应选择较短的安全的路由。主干电缆宜采用点对点终接，也可采用分支递减终接。

如果电话交换机和计算机主机设置在建筑物内不同的设备间，宜采用不同的主干缆线来分别满足语音和数据的需要。

在同一层若干电信间之间宜设置干线路由。

主干电缆和光缆所需的容量要求及配置要符合以下规定：

（1）对语音业务，大对数主干电缆的对数应按每一个电话 8 位模块通用插座配置 1 对线，并在总需求线对的基础上至少预留约 10%的备用线对。

（2）对于数据业务应以集线器（HUB）或交换机（SW）群（按 4 个 HUB 或 SW 组成 1 群）或以每个 HUB 或 SW 设备设置 1 个主干端口配置。每 1 群网络设备或每 4 个网络设备宜考虑 1 个备份端口。当主干端口为电端 ICl 时，应按 4 对线容量，为光端口时则按 2 芯光纤容量配置。

（3）当工作区到电信间的水平光缆延伸至设备间的光配线设备（BD／CD）时，主干光缆的容量应包括所延伸的水平光缆光纤的容量在内。

（4）建筑物与建筑群配线设备处各类设备缆线和跳线的配备：设备缆线和各类跳线应按实装容量、业务的实际需求或信息点总数的比例进行配置，比例范围为 25%～50%。

2.3.4　建筑群子系统

CD 宜安装在进线间或设备间，并可与入口设施或 BD 合用场地。

CD 配线设备内、外侧的容量应与建筑物内连接 BD 配线设备的建筑群主干缆线容量及建筑物外部引入的建筑群主干缆线容量相一致。

2.3.5　设备间和进线间

在设备间内安装的 BD 配线设备干线侧容量应与主干缆线的容量相一致。设备侧的容量应与设备端口容量相一致或与干线侧配线设备容量相同。

当建筑群主干电／光缆、公用网和专用网的电／光缆及天线馈线等室外缆线进入建筑物

时，应在进线间转换成室内电 / 光缆，并在缆线的终端处可由多家电信业务经营者设置入口设施，入口设施中的配线设备应按引入的电 / 光缆容量配置。

电信业务经营者在进线间设置安装的入口配线设备应与 BD 或 CD 之间敷设相应的连接电 / 光缆，实现路由互通。缆线类型与容量应与配线设备相一致。

2.3.6 管理间

（1）对设备间、电信间、进线间和工作区的配线设备、缆线、信息点等设施应按一定的模式进行标识和记录，并符合下列规定：

① 综合布线系统工程宜采用计算机进行文档记录与保存，简单且规模较小的综合布线系统工程可按图纸资料等纸质文档进行管理，并做到记录准确、及时更新、便于查阅；文档资料应实现汉化。

② 综合布线的每一电缆、光缆、配线设备、端接点、接地装置、敷设管线等组成部分均应给定唯一的标识符，并设置标签。标识符应采用相同数量的字母和数字等标明。

③ 电缆和光缆的两端均应标明相同的标识符。

④ 设备间、电信间、进线间的配线设备宜采用统一的色标区别各类业务与用途的配线区。

（2）所有标签应保持清晰、完整，并满足使用环境要求。

（3）对于规模较大的布线系统工程，为提高布线工程维护水平与网络安全，宜采用电子配线设备对信息点或配线设备进行管理，以显示与记录配线设备的连接、使用及变更状况。

（4）综合布线系统相关设施的工作状态信息应包括：设备和缆线的用途、使用部门、组成局域网的拓扑结构、传输信息速率、终端设备配置状况、占用器件编号、色标、链路与信道的功能和各项主要指标参数及完好状况、故障记录等，还应包括设备位置和缆线走向等内容。

2.4 综合布线系统指标

综合布线系统产品技术指标在工程的安装设计中应考虑机械性能指标（如缆线结构、直径、材料、承受拉力、弯曲半径等）。

（1）相应等级的布线系统信道及永久链路、CP 链路的具体指标项目，包括下列内容：

① 3 类、5 类布线系统应考虑指标项目为衰减、近端串扰（NEXT）；

② 5e 类、6 类、7 类布线系统，应考虑指标项目为插入损耗（IL）、近端串扰、衰减串扰比（ACR）、等电平远端串扰（ELFEXT）、近端串扰功率和（PS NEXT）、衰减串扰比功率和（PS ACR）、等电平远端串扰功率和（PS ELEFXT）、回波损耗（RL）、时延、时延偏差等；

③ 屏蔽的布线系统还要考虑非平衡衰减、传输阻抗、耦合衰减及屏蔽衰减。

（2）综合布线系统工程设计中，系统信道的各项指标值应符合的具体要求，详见附录 A。

（3）信道电缆导体的指标要求要符合以下规定：

① 在信道每一个线对中两个导体之间的不平衡直流电阻对各等级布线系统不应超过 3%；

② 在各种温度条件下，布线系统 D、E、F 级信道线对每个导体最小的传送直流电流应为 0.175 A；

③ 在各种温度条件下，布线系统 D、E、F 级信道的任何导体之间应支持 72 V 直流工作电压，每个线对的输入功率应为 10 W。

（4）综合布线系统工程设计中，永久链路的各项指标参数值要符合附录 B 的规定。

（5）光纤系统指标。

① 各等级的光纤信道衰减值要符合表 2-5 的规定。

表 2-5　信道衰减值（单位：dB）

信　　道	多　　模		单　　模	
	850 nm	1 300 nm	1 310 nm	1 550 nm
OF-300	2.55	1.95	1.80	1.80
OF-500	3.25	2.25	2.00	2.00
OF-2000	8.50	4.50	3.50	3.50

② 光缆标称的波长，每公里的最大衰减值要符合表 2-6 的规定。

表 2-6　最大光缆衰减值

项　　目	OM1，OM2 及 OM3 多模		OS1 单模	
波长/ nm	850	1 300	1 310	1 550
衰减 /（dB/km）	3.5	1.5	1.0	1.0

③ 多模光纤的最小模式带宽要符合表 2-7 的规定。

表 2-7　多模光纤的最小模式带宽

光纤类型	光纤直径 / μm	最小模式带宽 /（MHz·km）		
		过量发射带宽		有效光发射带宽
		850 nm	1 300 nm	850 nm
OMl	50 或 62.5	200	500	
OM2	50 或 62.5	500	500	
OM3	50	1 500	500	2 000

2.5　综合布线安装工艺要求

2.5.1　综合布线施工的基本要求

（1）在新建、扩建或改建的智能化建筑中采用综合布线系统时，必须按照我国发布的综合布线系统工程验收规范等有关规定进行施工和验收。在施工时，应结合现有建筑物的客观条件和实际需要，参照我国现行规范的规定执行。如在施工中遇到规范没有规定的内容，应根据工程设计要求办理。

（2）在整个施工过程中必须重视工程质量，按照施工规范的有关规定，加强自检、互检和随工检查。建设单位常驻工地代表或工程监理人员必须认真负责，加强技术监督和工程质

量检查，力求消灭因施工质量低劣而造成的隐患。所有随工验收和竣工验收的项目和内容均应按工程验收规定办理。

（3）由于智能化建筑和智能化小区的综合布线系统既有屋内的建筑物主干布线子系统，又有屋外的建筑群主干布线子系统，因此，屋内部分除按综合布线系统工程施工及验收规范执行外，屋外部分还应符合我国现行的《本地网通信线路工程验收规范》（YD 5051-97）、《通信管道工程施工及验收技术规范》（修订本）（YDJ 39-90）、《通信管道和电缆通道工程施工监理暂行规定》（YD 5072-98）、《市内通信全塑电缆线路工程施工及验收技术规范》（YD 2001-92）和《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》（YDJ 44-89）等的要求。

（4）在进行综合布线系统工程施工时，力求做到不影响房屋建筑结构强度，不要有损于内部装修美观的要求，不发生降低其他系统使用功能和有碍于用户通信畅通的事故，综合布线系统工程的整体质量务必达到优良。

2.5.2　工作区

（1）工作区信息插座的安装规定。

① 安装在地面上的接线盒应防水、抗压；

② 安装在墙面或柱子上的信息插座底盒、多用户信息插座盒及集合点配线箱体的底部离地面的高度宜为 300 mm。

（2）工作区的电源应符合的规定。

① 每 1 个工作区至少应配置 1 个 220 V 交流电源插座；

② 工作区的电源插座应选用带接地保护的单相电源插座，接地保护与零线应严格分开。

2.5.3　电信间

（1）电信间的数量应按所服务的楼层范围及工作区面积来确定。如果该层信息点数量不大于 400 个，水平缆线长度在 90 m 范围以内，设置一个电信间；当超出这一范围时宜设两个或多个电信间；每层的信息点数量较少，且水平缆线长度不大于 90 m 的情况下，可以几个楼层合设一个电信间。

（2）电信间要与强电间分开设置，电信间内或其紧邻处应设置缆线竖井。

（3）电信间的使用面积不应小于 5 m^2，也可根据工程中配线设备和网络设备的容量进行调整。

（4）电信间应采用外开丙级防火门，门宽大于 0.7 m。电信间内温度应为 10～35℃，相对湿度宜为 20%～80%。安装信息网络设备应符合相应的设计要求。

2.5.4　设备间

设备间的位置应根据设备的数量、规模、网络构成等因素，综合考虑确定。每幢建筑物内应至少设置 1 个设备间，如果电话交换机与计算机网络设备分别安装在不同的场地或根据安全需要，也可设置 2 个或 2 个以上设备间，以满足不同业务的设备安装需要。建筑物综合

布线系统与外部配线网络连接时，要遵循相应的接口标准要求。

（1）设备间的设计要符合下列规定：

① 设备间宜处于干线子系统的中间位置，并考虑主干缆线的传输距离与数量；

② 设备间宜尽可能靠近建筑物线缆竖井位置，有利于主干缆线的引入；

③ 设备间的位置要便于设备接地；

④ 设备间应尽量远离高 / 低压变 / 配电、电机、X 射线、无线电发射等有干扰源存在的场地；

⑤ 设备间室温度应为 10～35℃，相对湿度应为 20%～80%，并应有良好的通风；

⑥ 设备间内应有足够的设备安装空间，其使用面积不应小于 10 m^2，该面积不包括程控交换机、计算机网络设备等设施所需的面积；

⑦ 设备间梁下净高不应小于 2.5 m，采用外开双扇门，门宽不应小于 1.5 m。

（2）设备间应防止有害气体（如氯、碳水化合物、硫化氢、氮氧化物、二氧化碳等）侵入，并应有良好的防尘措施，尘埃含量限值要符合表 2-8 的规定。

表 2-8　尘埃限值

尘埃颗粒的最大直径 / μm	0.5	1	3	5
灰尘颗粒的最大浓度 /（粒子数 / m^3）	1.4×10^7	7×10^5	2.4×10^5	1.3×10^5

注：灰尘粒子应是不导电的，非铁磁性和非腐蚀性的。

（3）在地震区，设备安装应按规定进行抗震加固。

（4）设备安装要符合下列规定：

① 机架或机柜前面的净空不应小于 800 mm，后面的净空不应小于 600 mm；

② 壁挂式配线设备底部离地面的高度不宜小于 300 mm。

（5）设备间应提供不少于两个 220 V 带保护接地的单相电源插座，但不作为设备供电电源。

（6）设备间如果安装电信设备或其他信息网络设备，设备供电应符合相应的设计要求。

2.5.5　进线间

进线间应设置管道入口。进线间要满足缆线的敷设路由、成端位置及数量、光缆的盘长空间和缆线的弯曲半径、充气维护设备、配线设备安装所需要的场地空间和面积。进线间的大小要按进线间的进口管道最终容量及入口设施的最终容量设计。同时应考虑满足多家电信业务经营者安装入口设施等设备的面积。进线间宜靠近外墙和在地下设置，以便于缆线引入。与进线间无关的管道不宜通过。进线间入口管道口所有布放缆线和空闲的管孔应采取防火材料封堵，做好防水处理。进线间在安装配线设备和信息通信设施时，应符合设备安装设计的要求。

进线间设计要符合下列规定：

（1）进线间应防止渗水，宜设有抽 / 排水装置；

（2）进线间应与布线系统垂直竖井沟通；

（3）进线间应采用相应防火级别的防火门，门向外开，宽度不小于 1 000 mm；

（4）进线间应设置防止有害气体的措施和通风装置，排风量按每小时不小于 5 次容积计算。

2.5.6　缆线布放

配线子系统缆线宜采用在吊顶、墙体内穿管或设置金属密封线槽及开放式（电缆桥架，吊挂环等）敷设，当缆线在地面布放时，应根据环境条件选用地板下线槽、网络地板、高架（活动）地板布线等安装方式。干线子系统垂直通道穿过楼板时宜采用电缆竖井方式。也可采用电缆孔、管槽的方式，电缆竖井的位置应上、下对齐。建筑群之间的缆线宜采用地下管道或电缆沟敷设方式，并应符合相关规范的规定。缆线应远离高温和电磁干扰的场地。管线的弯曲半径应符合表 2-9 的要求。

表 2-9　管线敷设弯曲半径

缆 线 类 型	弯 曲 半 径
2 芯或 4 芯水平光缆	＞25 mm
其他芯数和主干光缆	不小于光缆外径的 10 倍
4 对非屏蔽电缆	不小于电缆外径的 4 倍
4 对屏蔽电缆	不小于电缆外径的 8 倍
大对数主干电缆	不小于电缆外径的 10 倍
室外光缆、电缆	不小于缆线外径的 10 倍

注：当缆线采用电缆桥架布放时，桥架内侧的弯曲半径不应小于 300 mm。

缆线布放在管与线槽内的管径与截面利用率，应根据不同类型的缆线做不同的选择。管内穿放大对数电缆或 4 芯以上光缆时，直线管路的管径利用率应为 50%～60%，弯管路的管径利用率应为 40%～50%。管内穿放 4 对对绞电缆或 4 芯光缆时，截面利用率应为 25%～30%。布放缆线在线槽内的截面利用率应为 30%～50%。

2.6　综合布线系统配置设计实例

某建筑物的某一层共设置了 200 个信息点，计算机网络与电话各占 50%，即各为 100 个信息点。

（1）电话部分。

① FD 水平侧配线模块按连接 100 根 4 对水平电缆配置。

② 语音主干的总对数按水平电缆总对数的 25%计算，是 100 对线的需求；如考虑 10%的备份线对，则语音主干电缆总对数需求量为 110 对。

③ FD 干线侧配线模块可按大对数主干电缆 110 对端子容量配置。

（2）数据部分。

① FD 水平侧配线模块按连接 100 根 4 对的水平电缆配置；

② 数据主干缆线。

（3）最少量配置。以每个 HUB / SW 24 个端口计，100 个数据信息点需设置 5 个 HUB /

SW；以每 4 个 HUB / SW 为一群（96 个端 H），组成了 2 个 HUB / SW 群。现以每个 HUB / SW 群设置 1 个主干端口计，并考虑 1 个备份端 VI，则 2 个 HUB / SW 群需要设置 4 个主干端 1∶1。如主干缆线采用对绞电缆，每个主干端口需设 4 对线，则线对的总需求量为 16 对；如主干缆线采用光缆，每个主干光端口按 2 芯光纤考虑，则光纤的需求量为 8 芯。

（4）最大量配置。同样以每个 HUB / SW 24 个端口计，100 个数据信息点需设置 5 个 HUB / SW。以每个 HUB / SW（24 个端口）设置 1 个主干端口计，每 4 个 HUB / SW 考虑 1 个备份端口，共需设置 7 个主干端口。如主干缆线采用对绞电缆，以每个主干电端口需要 4 对线，则线对的需求量为 28 对；如主干缆线采用光缆，每个主干光端 VI 按 2 芯光纤考虑，则光纤的需求量为 14 芯。

（5）FD 干线侧配线模块可根据主干电缆或主干光缆的总容量加以配置。

配置数量计算出来以后，再根据电缆、光缆、配线模块的类型、规格加以选用，做出合理配置。

上述配置的基本思路，用于计算机网络的主干缆线可采用光缆，用于电话的主干缆线则采用大对数对绞电缆，并考虑适当地备份，以保证网络安全。由于工程的实际情况比较复杂，不可能按照一种模式设计，设计时还应结合工程的特点和需求加以调整应用。

第 3 章　综合布线工程测试验收

3.1　综合布线系统工程检验项目及内容

综合布线系统工程检验项目及其具体内容如表 3-1 所示。

表 3-1　综合布线系统工程检验项目及其具体内容

阶　段	验收项目	验收目的	验收内容	验收方式
施工前检查	（1）环境要求	检查工程环境是否满足安装施工条件和要求	（1）土建施工情况：地面、墙面、门、电源插座及接地装置； （2）土建工艺：机房面积、预留孔洞； （3）施工电源； （4）地板铺设； （5）建筑物入口设施检查	施工前检查
	（2）器材检验	对设备器材的规格、数量、质量进行核对检测，以保证工程进度和质量	（1）外观检查； （2）型号、规格、数量； （3）电缆及连接器件电气特性测试； （4）光纤及连接器件特性测试； （5）测试仪表和工具的检验	
	（3）安全、防火要求	保证施工人员安全和设备器材妥善存放	（1）消防器材； （2）危险物的堆放； （3）预留孔洞防火措施	
设备安装	（1）电信间、设备间、设备机柜、机架	设备机柜、机架的安装应符合施工标准规定，以确保工程质量	（1）规格、外观； （2）安装垂直、水平度； （3）油漆不得脱落，标志完整齐全； （4）各种螺钉必须紧固； （5）抗震加固措施； （6）接地措施	随工检验
	（2）配线模块及 8 位模块式通用插座	通信引出端的位置、数量以及安装质量均满足用户使用要求	（1）规格、位置、质量； （2）各种螺钉必须拧紧； （3）标志齐全； （4）有切实有效的防震加固措施，保证设备安全可靠，安装符合工艺要求； （5）屏蔽层可靠连接	
电、光缆布放（楼内）	（1）电缆桥架及线槽布放	保证各种缆线敷设安装	（1）安装位置准确； （2）安装符合工艺要求； （3）符合布放缆线工艺要求； （4）接地	
	（2）缆线暗敷（包括暗管、线槽、地板下等方式）	各种缆线敷设安装均符合标准规定	（1）缆线规格、路由、位置； （2）符合布放缆线工艺要求； （3）接地	隐蔽工程签证

（续表）

阶　　段	验 收 项 目	验 收 目 的	验 收 内 容	验收方式
电、光缆布放（楼间）	（1）架空缆线	架空缆线的敷设安装符合标准规定	（1）吊线规格、架设位置、装设规格； （2）吊线垂度； （3）缆线规格； （4）卡、挂间隔； （5）缆线的引入符合工艺要求	随工检验
	（2）管道缆线	管道缆线的敷设安装符合标准规定	（1）使用管孔孔位； （2）缆线规格； （3）缆线走向； （4）缆线防护设施的设置质量	隐蔽工程签证
	（3）埋式缆线	直埋电缆、光缆的敷设安装符合标准规定	（1）直埋缆线的规格和质量均符合设计规定； （2）敷设位置、深度和路由均符合设计规定； （3）缆线的保护措施切实有效； （4）回土夯实，无塌陷，不致发生后患，保证工程质量；	
	（4）隧道缆线的安装敷设（包括缆沟、渠道）	隧道缆沟的缆线安装敷设符合标准规定	（1）缆线规格； （2）安装位置，路由； （3）土建设计符合工艺要求	
	（5）其他	符合相关标准规定	（1）通信路线与其他设施的间距； （2）进线室设施安装、施工质量	随工检验或隐蔽工程签证
缆线终接	（1）8 位模块式通用插座	符合相关标准规定	符合工艺要求	随工检验
	（2）光纤连接器件		符合工艺要求	
	（3）各类跳线		符合工艺要求	
	（4）配线模块		符合工艺要求	
系统测试	工程电气性能测试	系统和整体性能符合标准规定	（1）连接图； （2）长度； （3）衰减； （4）近端串扰； （5）近端串扰功率和； （6）衰减串扰比； （7）衰减串扰比功率和；	竣工检验
系统测试	（1）工程电气性能测试	系统和整体性能符合标准规定	（8）等电平远端串扰； （9）等电平远端串扰功率和； （10）回波损耗； （11）传播时延； （12）传播时延偏差； （13）插入损耗； （14）直流环路电阻； （15）设计中特殊规定的测试内容； （16）屏蔽层的导通	竣工检验

（续表）

阶　段	验收项目	验收目的	验收内容	验收方式
系统测试	（2）光纤特性测试	光缆布线链路性能符合标准规定	（1）衰减； （2）长度	
	（3）系统接地	符合标准规定	（1）衰减、回波损耗等测试结果符合标准规定； （2）符合设计规定	
管理系统	（1）管理系统级别	符合标准规定	符合设计要求	竣工检验
	（2）标识符与标签设置		（1）专用标识符类型及组成； （2）标签设置； （3）标签材质及色标	
	（3）记录和报告		（1）记录信息； （2）报告； （3）工程图纸	
工程总验收	（1）竣工后编制竣工技术文件	满足工程验收要求	（1）清点、核对和交接设计文件及有关竣工技术资料； （2）查阅分析设计文件和竣工验收技术文件	
	（2）竣工技术文件	具体考核和对工程评价	清点、交接技术文件	
	（3）工程验收评价		考核工程质量，确认验收结果	

注：系统测试内容的验收亦可在随工中进行检验。

3.2　综合布线验收规范概述

为了统一建筑物与建筑群综合布线系统工程施工质量检查、随工检验和竣工验收等工作的技术要求，国家制定、颁布了综合布线验收规范，即《GB 50312—2007 综合布线系统工程验收规范》。这个规范适用于新建、扩建和改建建筑与建筑群综合布线系统工程的验收。

综合布线系统工程实施中采用的工程技术文件、承包合同文件对工程质量验收的要求不得低于这个规范规定。

在施工过程中，施工单位必须执行规范中有关施工质量检查的规定，建设单位应通过工地代表或工程监理人员加强工地的随工质量检查，及时组织隐蔽工程的检验和验收。

综合布线系统工程要符合设计要求，工程验收前应进行自检测试、竣工验收测试工作。

3.3　综合布线环境检查

（1）工作区、电信间、设备间的检查包括下列内容：

① 工作区、电信间、设备间土建工程已全部竣工。房屋地面平整、光洁，门的高度和宽度应符合设计要求。

② 房屋预埋线槽、暗管、孔洞，以及竖井的位置、数量、尺寸均应符合设计要求。

③ 铺设活动地板的场所，活动地板防静电措施及接地应符合设计要求。

④ 电信间、设备间应提供 220 V 带保护接地的单相电源插座。

⑤ 电信间、设备间应提供可靠的接地装置，接地电阻值及接地装置的设置应符合设计要求。

⑥ 电信间、设备间的位置、面积、高度、通风、防火及环境温 / 湿度等应符合设计要求。

（2）建筑物进线间及入口设施的检查包括下列内容：

① 引入管道与其他设施如电气、水、煤气、下水道等的位置间距应符合设计要求；

② 引入缆线采用的敷设方法应符合设计要求；

③ 管线入口部位的处理应符合设计要求，并应检查采取排水及防止气、水、虫等进入的措施；

④ 进线间的位置、面积、高度、照明、电源、接地、防火、防水等应符合设计要求。

（3）有关设施的安装方式应符合设计文件规定的抗震要求。

3.4　器材及测试仪表工具检查

（1）器材检验要符合下列要求：

① 工程所用缆线和器材的品牌、型号、规格、数量、质量应在施工前进行检查，应符合设计要求并具备相应的质量文件或证书；无出厂检验证明材料、质量文件的或与设计不符的不得在工程中使用。

② 进口设备和材料应具有产地证明和商检证明。

③ 经检验的器材应做好记录，对不合格的器件应单独存放，以备核查与处理。

④ 工程中使用的缆线、器材应与订货合同或封存的产品在规格、型号、等级上相符。

⑤ 备品、备件及各类文件资料应齐全。

（2）配套型材、管材与铁件的检查应符合下列要求：

① 各种型材的材质、规格、型号应符合设计文件的规定，表面应光滑、平整，不得变形、断裂。预埋金属线槽、过线盒、接线盒及桥架等表面涂覆或镀层应均匀、完整，不得变形、损坏。

② 室内管材采用金属管或塑料管时，其管身应光滑、无伤痕，管孔无变形，孔径、壁厚应符合设计要求。金属管槽应根据工程环境要求做镀锌或其他防腐处理。塑料管槽必须采用阻燃管槽，外壁应具有阻燃标记。

③ 室外管道应按通信管道工程验收的相关规定进行检验。

④ 各种铁件的材质、规格均应符合相应质量标准，不得有歪斜、扭曲、飞刺、断裂或破损。

⑤ 铁件的表面处理和镀层应均匀、完整，表面光洁，无脱落、气泡等缺陷。

（3）缆线的检验要符合下列要求：

① 工程使用的电缆和光缆型号、规格及缆线的防火等级应符合设计要求。

② 缆线所附标志、标签内容应齐全、清晰，外包装应注明型号和规格。

③ 缆线外包装和外护套要完整无损；当外包装损坏严重时，应测试合格后再在工程中使用。

④ 电缆应附有本批量的电气性能检验报告，施工前应进行链路或信道的电气性能及缆线长度的抽检，并做测试记录。

⑤ 光缆开盘后应首先检查光缆端头封装是否良好。光缆外包装或光缆护套如有损伤，应对该盘光缆进行光纤性能指标测试，如有断纤，应进行处理，待检查合格才允许使用。光纤检测完毕，光缆端头应密封固定，恢复外包装。

⑥ 光纤接插软线或光跳线检验应符合下列规定：

- 两端的光纤连接器件端面应装配合适的保护盖帽；
- 光纤类型应符合设计要求，并应有明显的标记。

（4）连接器件的检验应符合下列要求：

① 配线模块、信息插座模块及其他连接器件的部件应完整，电气和机械性能等指标符合相应产品生产的质量标准。塑料材质应具有阻燃性能，并应满足设计要求。

② 信号线路浪涌保护器各项指标应符合有关规定。

③ 光纤连接器件及适配器使用型号和数量、位置应与设计相符。

（5）配线设备的使用要符合下列规定：

① 光／电缆配线设备的型号、规格应符合设计要求。

② 光／电缆配线设备的编排及标志名称应与设计相符。各类标志名称应统一，标志位置正确、清晰。

（6）测试仪表和工具的检验应符合下列要求：

① 应事先对工程中需要使用的仪表和工具进行测试或检查，缆线测试仪表应附有相应检测机构的证明文件。

② 综合布线系统的测试仪表应能测试相应类别工程的各种电气性能及传输特性，其精度符合相应要求。测试仪表的精度应按相应的鉴定规程和校准方法进行定期检查和校准，经过相应计量部门校验取得合格证后，方可在有效期内使用。

③ 施工工具，如电缆或光缆的接续工具：剥线器、光缆切断器、光纤熔接机、光纤磨光机、卡接工具等必须进行检查，合格后方可在工程中使用。

（7）现场尚无检测手段取得屏蔽布线系统所需的相关技术参数时，可将认证检测机构或生产厂家附有的技术报告作为检查依据。

（8）双绞线电气性能、机械特性、光缆传输性能及连接器件的具体技术指标和要求应符合设计要求。经过测试与检查，性能指标不符合设计要求的设备和材料不得在工程中使用。

3.5 设备安装检验

（1）机柜、机架的安装要符合下列要求：

① 机柜、机架安装位置要符合设计要求，垂直偏差度不应大于 3 mm。

② 机柜、机架上的各种零件不得脱落或碰坏，漆面不应有脱落及划痕，各种标志应完整、清晰。

③ 机柜、机架、配线设备箱体、电缆桥架及线槽等设备的安装应牢固；如有抗震要求，应按抗震设计进行加固。

（2）各类配线部件安装要符合下列要求：

① 各部件应完整，安装就位，标志齐全；

② 安装螺钉必须拧紧，面板应保持在一个平面上。

（3）信息插座模块的安装应符合下列要求：

① 信息插座模块、多用户信息插座、集合点配线模块安装位置和高度应符合设计要求。

② 安装在活动地板内或地面上时，应固定在接线盒内，插座面板采用直立和水平等形式。接线盒盖可开启，并应具有防水、防尘、抗压功能。接线盒盖面应与地面齐平。

③ 信息插座底盒同时安装信息插座模块和电源插座时，间距及采取的防护措施应符合设计要求。

④ 信息插座模块明装底盒的固定方法根据施工现场条件而定。

⑤ 固定螺钉需拧紧，不应产生松动现象。

⑥ 各种插座面板应有标识，以颜色、图形、文字表示所接终端设备业务类型。

⑦ 工作区内终接光缆的光纤连接器件及适配器安装底盒应具有足够的空间，并应符合设计要求。

（4）电缆桥架及线槽的安装要符合下列要求：

① 桥架及线槽的安装位置应符合施工图要求，左右偏差不应超过 50 mm；

② 桥架及线槽水平度每米偏差不应超过 2 mm；

③ 垂直桥架及线槽应与地面保持垂直，垂直度偏差不应超过 3 mm；

④ 线槽截断处及两线槽拼接处应平滑、无毛刺；

⑤ 吊架和支架安装应保持垂直，整齐牢固，无歪斜现象；

⑥ 金属桥架、线槽及金属管各段之间应保持连接良好，安装牢固；

⑦ 采用吊顶支撑柱布放缆线时，支撑点宜避开地面沟槽和线槽位置，支撑应牢固。

（5）安装机柜、机架、配线设备屏蔽层及金属管、线槽、桥架使用的接地体应符合设计要求，就近接地，并应保持良好的电气连接。

3.6　缆线的敷设和保护方式检验

3.6.1　缆线的敷设

（1）缆线敷设要满足下列要求：

① 缆线的型号、规格应与设计规定相符。

② 缆线在各种环境中的敷设方式、布放间距均应符合设计要求。

③ 缆线的布放应自然平直，不得产生扭绞、打圈、接头等现象，不应受外力的挤压和损伤。

④ 缆线两端应贴有标签，标明编号，标签书写应清晰、端正、正确。标签应选用不易损坏的材料。

⑤ 缆线应有余量以适应终接、检测和变更。对绞电缆预留长度：在工作区宜为 3～6 cm，电信间宜为 0.5～2 m，设备间宜为 3～5 m。光缆布放路由宜盘留，预留长度宜为 3～5 m，有特殊要求的应按设计要求预留长度。

⑥ 缆线的弯曲半径应符合下列规定：

- 4 对非屏蔽对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 4 倍；
- 4 对屏蔽对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 8 倍；
- 主干对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 10 倍；
- 2 芯或 4 芯水平光缆的弯曲半径应大于 25 mm，其他芯数的水平光缆、主干光缆和室外光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的 10 倍。

（2）缆线间的最小净距应符合设计要求。

① 电源线、综合布线系统缆线应分隔布放，并要符合表 3-2 的规定。

表 3-2　对绞电缆与电力电缆的最小净距

条　　件	最小净距 / mm		
	380 V<2 kV•A	380 V～5 kV•A	380 V>5 kV•A
对绞电缆与电力电缆平行敷设	130	300	600
有一方在接地的金属槽道或钢管中	70	150	300
双方均在接地的金属槽道或钢管中*	10**	80	150

注：* 双方均在接地的线槽中，指两个不同的线槽，也可在同一线槽中用金属板隔开。

** 当380 V电力电缆<2 kV • A，双方都在接地的线槽中，且平行长度≤10 m时，最小间距可为10 mm。

② 综合布线与配电箱、变电室、电梯机房、空调机房之间最小净距宜符合表 3-3 的规定。

表 3-3　综合布线电缆与其他机房最小净距

名　　称	最小净距 / m	名　　称	最小净距 / m
配电箱	1	电梯机房	2
变电室	2	空调机房	2

③ 建筑物内电、光缆暗管敷设与其他管线最小净距见表 3-4 的规定。

表 3-4　综合布线缆线及管线与其他管线的间距

管 线 种 类	平行净距 / mm	垂直交叉净距 / mm
避雷引下线	1 000	300
保护地线	50	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
给水管	150	20
煤气管	300	20
压缩空气管	150	20

④ 综合布线缆线宜单独敷设，与其他弱电系统各子系统缆线间距应符合设计要求。

⑤ 对于有安全保密要求的工程，综合布线缆线与信号线、电力线、接地线的间距应符合相应的保密规定。对于具有安全保密要求的缆线应采取独立的金属管或金属线槽敷设。

⑥ 屏蔽电缆的屏蔽层端到端应保持完好的导通性。

（3）预埋线槽和暗管敷设缆线应符合下列规定：

① 敷设线槽和暗管的两端宜用标志表示出编号等内容。

② 预埋线槽宜采用金属线槽，预埋或密封线槽的截面利用率应为 30%～50%。

③ 敷设暗管宜采用钢管或阻燃聚氯乙烯硬质管。布放大对数主干电缆及 4 芯以上光缆时，直线管道的管径利用率应为 50%～60%，弯管道应为 40%～50%。暗管布放 4 对对绞电缆或 4 芯及以下光缆时，管道的截面利用率应为 25%～30%。

（4）设置缆线桥架和线槽敷设缆线应符合下列规定：

① 密封线槽内缆线布放应顺直，尽量不交叉，在缆线进出线槽的部位和转弯处应绑扎固定。

② 缆线桥架内缆线垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔 1.5 m 处应固定在桥架的支架上。水平敷设时，在缆线的首、尾、转弯及每间隔 5～10 m 处进行固定。

③ 在水平、垂直桥架中敷设缆线时，应对缆线进行绑扎。对绞电缆和光缆及其他信号电缆应根据缆线的类别、数量、缆径、缆线芯数分束绑扎。绑扎间距不宜大于 1.5 m，间距应均匀，不宜绑扎过紧或使缆线受到挤压。

④ 楼内光缆在桥架敞开敷设时应在绑扎固定段加装垫套。

（5）采用吊顶支撑柱作为线槽在顶棚内敷设缆线时，每根支撑柱所辖范围内的缆线可以不设置密封线槽进行布放，但应分束绑扎，缆线应阻燃，缆线选用应符合设计要求。

（6）建筑群子系统采用架空、管道、直埋、墙壁及暗管敷设电缆和光缆的施工技术要求应按照本地网通信线路工程验收的相关规定执行。

3.6.2　保护措施

1．配线子系统缆线敷设保护要求

（1）预埋金属线槽保护要求。

① 建筑物中预埋线槽，宜按单层设置，每一路由进出同一过路盒的预埋线槽均不应超过 3 根，线槽截面高度不宜超过 25 mm，总宽度不宜超过 300 mm。线槽路由中若包括过线盒和出线盒，截面高度宜在 70～100 mm 范围内。

② 线槽直埋长度超过 30 m 或在线槽路由交叉、转弯时，宜设置过线盒，以便于布放缆线和维修。

③ 过线盒盖能开启，并与地面齐平，盒盖处应具有防灰与防水功能。

④ 过线盒和接线盒的盒盖应能抗压。

⑤ 从金属线槽到信息插座模块接线盒间或金属线槽与金属钢管之间相连接时的缆线宜采用金属软管敷设。

（2）预埋暗管保护要求。

① 预埋在墙体中间暗管的最大管外径不宜超过 50 mm，楼板中暗管的最大管外径不宜

超过 25 mm，室外管道进入建筑物的最大管外径不宜超过 100 mm。

② 直线布管每 30 m 处应设置过线盒装置。

③ 暗管的转弯角度应大于 90°，在路径上每根暗管的转弯角不得多于 2 个，并不应有 S 弯出现，有转弯的管段长度超过 20 m 时，应设置管线过线盒装置。有 2 个弯时，不超过 15 m 应设置过线盒。

④ 暗管管口应光滑，并加有护口保护，管口伸出部位宜为 25～50 mm。

⑤ 至楼层电信间暗管的管口应排列有序，便于识别与布放缆线。

⑥ 暗管内应安装牵引线或拉线。

⑦ 金属管明敷时，在距接线盒 300 mm 处，弯头处的两端，每隔 3 m 应采用管卡固定。

⑧ 管路转弯的曲率半径不应小于所穿入缆线的最小允许弯曲半径，并且不应小于该管外径的 6 倍；暗管外径大于 50 mm 时，其曲率半径也不应小于其外径的 10 倍。

（3）设置缆线桥架和线槽保护要求。

① 缆线桥架底部应高于地面 2.2 m 及以上，顶部距建筑物楼板不宜小于 300 mm，与梁及其他障碍物交叉处间的距离不宜小于 50 mm。

② 缆线桥架水平敷设时，支撑间距宜为 1.5～3 m。垂直敷设时固定在建筑物结构体上的间距宜小于 2 m，距地 1.8 m 以下部分应加金属盖板保护，或采用金属走线柜包封，门应可开启。

③ 直线段缆线桥架每超过 15～30 m 或跨越建筑物变形缝时，应设置伸缩补偿装置。

④ 金属线槽敷设时，在下列情况下应设置支架或吊架：线槽接头处；每间距 3 m 处；离开线槽两端出口 0.5 m 处；转弯处。

⑤ 塑料线槽槽底固定点间距宜为 1 m。

⑥ 线桥架和缆线线槽转弯半径不应小于槽内线缆的最小允许弯曲半径，线槽直角弯处最小弯曲半径不应小于槽内最粗缆线外径的 10 倍。

⑦ 桥架和线槽穿过防火墙体或楼板时，缆线布放完成后应采取防火封堵措施。

（4）网络地板缆线敷设保护要求。

① 线槽之间应沟通；

② 线槽盖板应可开启；

③ 主线槽的宽度宜在 200～400 mm，支线槽宽度不宜小于 70 mm；

④ 可开启的线槽盖板与明装插座底盒间应采用金属软管连接；

⑤ 地板块与线槽盖板应抗压、抗冲击和阻燃；

⑥ 当网络地板具有防静电功能时，地板整体应接地；

⑦ 网络地板板块间的金属线槽段与段之间应保持良好导通并接地。

（5）在架空活动地板下敷设缆线时，地板内净空应为 150～300 mm。若空调采用下送风方式，则地板内净高应为 300～500 mm。

（6）吊顶支撑柱中电力线和综合布线缆线合一布放时，中间应有金属板隔开，间距应符合设计要求。

当综合布线缆线与大楼弱电系统缆线采用同一线槽或桥架敷设时，子系统之间应采用金属板隔开，间距应符合设计要求。

2．干线子系统缆线敷设保护要求

（1）缆线不得布放在电梯或供水、供气、供暖管道竖井中，缆线不应布放在强电竖井中。

（2）电信间、设备间、进线间之间干线通道应沟通。当电缆从建筑物外面进入建筑物时，应选用适配的信号线路浪涌保护器，信号线路浪涌保护器应符合设计要求。

3.7　缆线的端接

（1）缆线端接应符合下列要求：

① 缆线在端接前，必须核对缆线标识内容是否正确；

② 缆线中间不应有接头；

③ 缆线端接处必须牢固、接触良好；

④ 对绞电缆与连接器件连接应认准线号、线位色标，不得颠倒和错接。

（2）对绞电缆端接应符合下列要求：

① 端接时，每对对绞线应保持扭绞状态，扭绞松开长度对于 3 类电缆不应大于 75 mm。对于 5 类电缆不应大于 13 mm。对于 6 类电缆应尽量保持扭绞状态，减小扭绞松开长度。

② 对绞线与 8 位模块式通用插座相连时，必须按色标和线对顺序进行卡接。插座类型、色标和编号应符合图 3-1 的规定。两种连接方式均可采用，但在同一布线工程中两种连接方式不应混合使用。

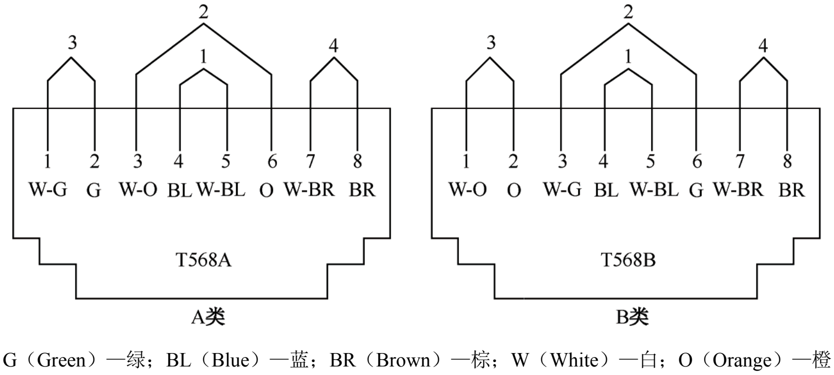


图 3-1　8 位模块式通用插座连接

③ 7 类布线系统采用非 RJ-45 方式端接时，连接图应符合相关标准规定。

④ 屏蔽对绞电缆的屏蔽层与连接器件端接处屏蔽罩应通过紧固器件可靠接触，缆线屏蔽层应与连接器件屏蔽罩 360° 圆周接触，接触长度不宜小于 10 mm。屏蔽层不应用于受力的场合。

⑤ 对不同的屏蔽对绞线或屏蔽电缆，屏蔽层应采用不同的端接方法。应对编织层或金属箔与汇流导线进行有效的端接。

⑥ 每个 2 口 86 面板底盒宜端接 2 条对绞电缆或 1 根 2 芯 / 4 芯光缆，不宜兼做过路盒使用。

（3）光缆端接与接续应采用下列方式：

① 光纤与连接器件连接可采用尾纤熔接、现场研磨和机械连接方式；

② 光纤与光纤接续可采用熔接和光连接子（机械）连接方式。

（4）光缆芯线端接应符合下列要求：

① 采用光纤连接盘对光纤进行连接、保护，在连接盘中光纤的弯曲半径应符合安装工艺的要求；

② 光纤熔接处应加以保护和固定；

③ 光纤连接盘面板应有标志；

④ 光纤连接损耗值，应符合表 3-5 的规定。

表 3-5　光纤连接损耗值（单位：dB）

连 接 类 别	多　　模		单　　模	
	平均值	最大值	平均值	最大值
熔接	0.15	0.3	0.15	0.3
机械连接	—	0.3	—	0.3

（5）各类跳线的端接应符合下列规定：

① 各类跳线缆线和连接器件间接触应良好，接线无误，标志齐全。跳线选用类型应符合系统设计要求。

② 各类跳线长度要符合设计要求。

3.8　工程电气测试

综合布线工程电气测试包括电缆系统电气性能测试及光纤系统性能测试。电缆系统电气性能测试项目应该根据布线信道或链路的设计等级和布线系统的类别要求制定。各项测试结果，作为竣工资料的一部分，应有详细记录。

3.8.1　测试项目及含义

综合布线系统双绞线永久链路或信道测试项目及技术指标的含义如下：

（1）接线图：测试布线链路有无端接错误的一项基本检查，测试的接线图显示出所测每条 8 芯电缆与配线模块接线端子的连接实际状态。

（2）衰减：由于绝缘损耗、阻抗不匹配、连接电阻等因素，信号沿链路传输损失的能量为衰减。传输衰减主要测试传输信号在每个线对两端间传输损耗值及同一条电缆内所有线对中最差线对的衰减量，相对于所允许的最大衰减值的差值。

（3）近端串扰（NEXT）：近端串扰值（dB）和导致该串扰的发送信号（参考值定为 0）之差值为近端串扰损耗。在一条链路中处于线缆一侧的某发送线对，对于同侧的其他相邻（接收）线对通过电磁感应所造成的信号耦合（由发射机在近端传送信号，在相邻线对近端测出的不良信号耦合）为近端串扰。

（4）近端串扰功率和（PS NEXT）：在 4 对对绞电缆一侧测量 3 个相邻线对对某线对近

端串扰总和（所有近端干扰信号同时工作时，在接收线对上形成的组合串扰）。

（5）衰减串扰比值（ACR）：在受相邻发送信号线对串扰的线对上，其串扰损耗（NEXT）与本线对传输信号衰减值（A）的差值。

（6）等电平远端串扰（ELFEXT）：某线对上远端串扰损耗与该线路传输信号衰减的差值。

从链路或信道近端线缆的一个线对发送信号，经过线路衰减从链路远端干扰相邻接收线对（由发射机在远端传送信号，在相邻线对近端测出的不良信号耦合）为远端串扰（FEXT）。

（7）等电平远端串扰功率和（PS ELFEXT）：在 4 对对绞电缆一侧测量 3 个相邻线对对某线对远端串扰总和（所有远端干扰信号同时工作，在接收线对上形成的组合串扰）。

（8）回波损耗（RL）：由链路或信道特性阻抗偏离标准值导致功率反射而引起（布线系统中阻抗不匹配产生的反射能量）。由输出线对的信号幅度和该线对所构成的链路上反射回来的信号幅度的差值导出。

（9）传播时延：信号从链路或信道一端传播到另一端所需的时间。

（10）传播时延偏差：以同一缆线中信号传播时延最小的线对作为参考，其余线对与参考线对时延差值（最快线对与最慢线对信号传输时延的差值）。

（11）插入损耗：发射机与接收机之间插入电缆或元器件产生的信号损耗，通常指衰减。

3.8.2　测试方法及内容

1．测试方法

3 类和 5 类布线系统按照基本链路和信道进行测试，5e 类和 6 类布线系统按照永久链路和信道进行测试，测试分别按图 3-2 和图 3-3 进行连接。

（1）基本链路连接模型要符合图 3-2 所示的方式。其中，

$$G=E=2\ \text{m},\ F\leqslant 90\ \text{m}$$

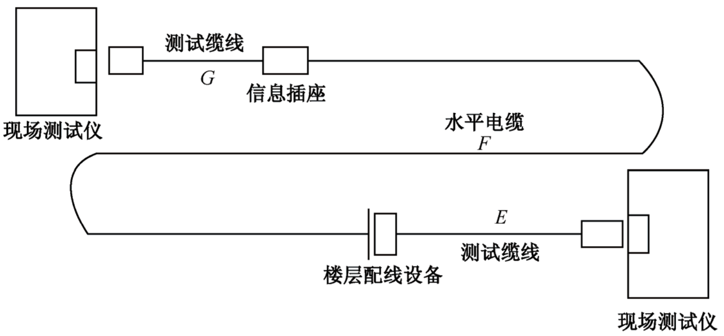


图 3-2　基本链路方式

（2）永久链路连接模型：适用于测试固定链路（水平电缆及相关连接器件）性能。链路连接应符合图 3-3 所示的方式。

（3）信道连接模型：在永久链路连接模型的基础上，包括了工作区和电信间的设备电缆和跳线在内的整体信道性能。信道连接应符合图 3-4 所示的方式。

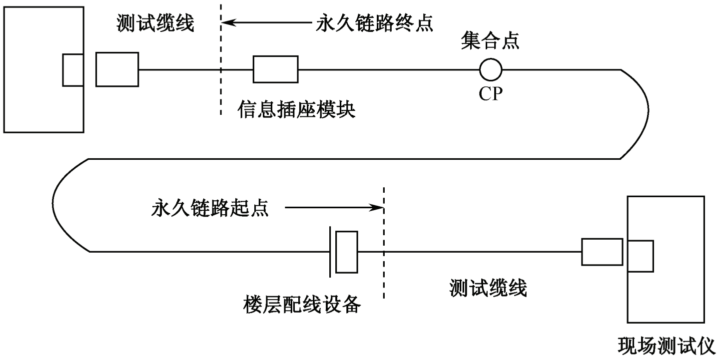


图 3-3　永久链路方式

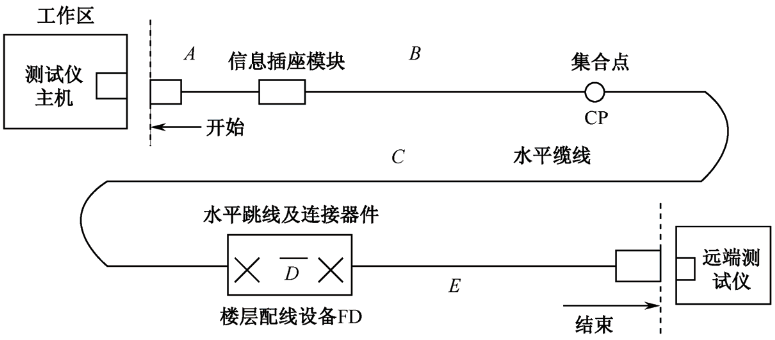


图 3-4　信息方式

其中，*H* 表示从信息插座到楼层配线设备（包括集合点）的水平电缆，*H*≤90 m。

信道包括最长 90 m 的水平缆线、信息插座模块、集合点、电信间的配线设备、跳线、设备线缆，总长不得大于 100 m。

$$B+C\leqslant 90\ \text{m},\ A+D+E\leqslant 10\ \text{m}$$

其中，*A* 为工作区终端设备电缆的长度；

B 为 CP 缆线的长度；

C 为水平缆线的长度；

D 为配线设备连接跳线的长度；

E 为配线设备到设备连接电缆的长度。

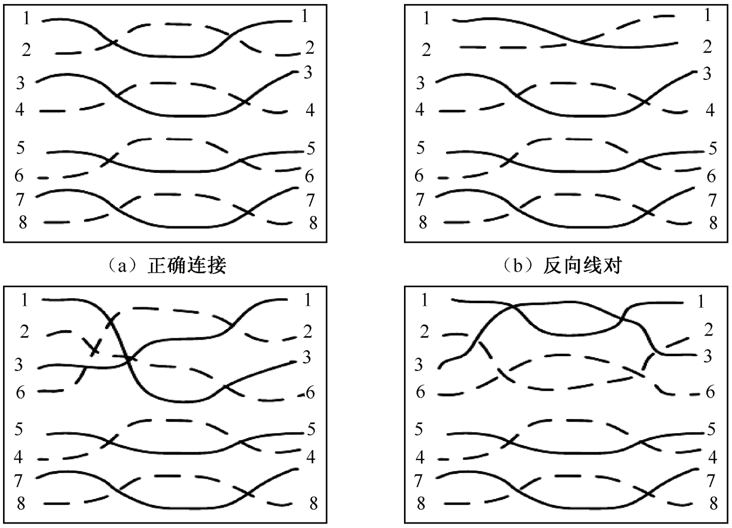
2．测试内容

（1）接线图的测试。主要测试水平电缆终接在工作区或电信间配线设备的 8 位模块式通用插座的安装连接正确或错误。正确的线对组合为：1/2、3/6、4/5、7/8，分为非屏蔽和屏蔽两类，对于非 RJ-45 的连接方式按相关规定要求列出结果。

布线过程中可能出现正确或不正确的连接图测试情况，具体如图 3-5 所示。

（2）布线链路及信道缆线长度应在测试连接图所要求的极限长度范围之内。

3 类和 5 类水平链路及信道测试项目及性能指标应分别符合表 3-6 和表 3-7 的要求（测试条件为环境温度 20℃）。



（a）正确连接　（b）反向线对　（c）交叉线对　（d）串对

图 3-5　接线图

表 3-6　3 类水平链路及信道性能指标

频率 / MHz	基本链路性能指标		信道性能指标	
	近端串扰 / dB	衰减 / dB	近端串扰 / dB	衰减 / dB
1.00	40.1	3.2	39.1	4.2
4.00	30.7	6.1	29.3	7.3
8.00	25.9	8.8	24.3	10.2
10.00	24.3	10.0	22.7	11.5
16.00	21.0	13.2	19.3	14.9
	长度：94 m		长度：100 m	

表 3-7　5 类水平链路及信道性能指标

频率 / MHz	基本链路性能指标		信道性能指标	
	近端串扰 / dB	衰减 / dB	近端串扰 / dB	衰减 / dB
1.00	60.0	2.1	60.0	2.5
4.00	51.8	4.0	50.6	4.5
8.00	47.1	5.7	45.6	6.3
10.00	45.5	6.3	44.0	7.0
16.00	42.3	8.2	40.6	9.2
20.00	40.7	9.2	39.0	10.3
25.00	39.1	10.3	37.4	11.4
31.25	37.6	11.5	35.7	12.8
62.50	32.7	16.7	30.6	18.5
100.00	29.3	21.6	27.1	24.0
	长度：94 m		长度：100 m	

注：基本链路长度为 94 m，包括 90 m 水平缆线及 4 m 测试仪表的测试电缆长度，在基本链路中不包括 CP 点。

5e 类、6 类和 7 类信道测试项目及性能指标要符合附录 C 的要求（测试条件为环境温度 20℃）。

5e 类、6 类和 7 类永久链路或 CP 链路测试项目及性能指标要符合附录 D 的要求。

3.8.3　测试记录

测试记录的内容和形式要符合表 3-8 和表 3-9 所示的要求。

表 3-8　综合布线系统工程电缆（链路 / 信道）性能指标测试记录

<table>
<tr><td colspan="4">工程项目名称</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">序号</td><td colspan="3" rowspan="2">编　号</td><td colspan="7">内　容</td><td rowspan="3">备注</td></tr>
<tr><td colspan="7">电 缆 系 统</td></tr>
<tr><td>地址号</td><td>缆线号</td><td>设备号</td><td>长度</td><td>接线图</td><td>衰减</td><td>近端串扰</td><td>……</td><td>电缆屏蔽层连通情况</td><td>其他任选项目</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">测试日期、人员及测试仪表型号
测试仪表精度</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">处理情况</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

表 3-9　综合布线系统工程光纤（链路 / 信道）性能指标测试记录

<table>
<tr><td colspan="4">工程项目名称</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">序号</td><td colspan="3" rowspan="2">编　号</td><td colspan="8">光 缆 系 统</td><td rowspan="4">备注</td></tr>
<tr><td colspan="4">多　模</td><td colspan="4">单　模</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地址号</td><td rowspan="2">缆线号</td><td rowspan="2">设备号</td><td colspan="2">850 nm</td><td colspan="2">1 300 nm</td><td colspan="2">1 310 nm</td><td colspan="2">1 550 nm</td></tr>
<tr><td>衰减（插入损耗）</td><td>长度</td><td>衰减（插入损耗）</td><td>长度</td><td>衰减（插入损耗）</td><td>长度</td><td>衰减（插入损耗）</td><td>长度</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">测试日期、人员及测试仪表型号
测试仪表精度</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">处理情况</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

对绞电缆及光纤布线系统的现场测试仪应符合下列要求：

（1）能测试信道与链路的性能指标；

（2）具有针对不同布线系统等级的相应精度，要考虑测试仪的功能、电源、使用方法等因素；

（3）测试仪精度应定期检测，每次现场测试前仪表厂家应出示测试仪的精度、有效期限等证明。

测试仪表应具有测试结果的保存功能并提供输出端口，将所有储存的测试数据输出至计算机和打印机，测试数据必须不被修改，并进行维护和文档管理。测试仪表应提供所有测试

项目、概要和详细的报告。测试仪表应该提供汉化的通用人机界面。

3.9　管理系统验收

（1）综合布线管理系统宜满足下列要求：

① 管理系统级别的选择应符合设计要求；

② 需要管理的每个组成部分均设置标签，并由唯一的标识符进行表示，标识符与标签的设置应符合设计要求；

③ 管理系统的记录文档应详细完整并汉化，包括每个标识符相关信息、记录、报告、图纸等；

④ 不同级别的管理系统可采用通用电子表格、专用管理软件或电子配线设备等进行维护管理。

（2）综合布线管理系统的标识符与标签的设置应符合下列要求：

① 标识符应包括安装场地、缆线终端位置、缆线管道、水平链路、主干缆线、连接器件、接地等类型的专用标识，系统中每一个组件应指定一个唯一的标识符。

② 电信间、设备间、进线间所设置配线设备及信息点处均应设置标签。

③ 每根缆线应指定专用标识符，标在缆线的护套上或在距每一端护套 300 mm 内设置标签，缆线的终接点应设置标签标记指定的专用标识符。

④ 接地体和接地导线应指定专用标识符，标签应设置在靠近导线和接地体的连接处的明显部位。

⑤ 根据设置的部位不同，可使用粘贴型、插入型或其他类型标签。标签表示内容应清晰，材质应符合工程应用环境要求，具有耐磨、抗恶劣环境、附着力强等性能。

⑥ 终接色标应符合缆线的布放要求，缆线两端终接点的色标颜色应一致。

（3）综合布线系统各个组成部分的管理信息记录和报告，应包括如下内容：

① 记录应包括管道、缆线、连接器件及连接位置、接地等内容，各部分记录中应包括相应的标识符、类型、状态、位置等信息；

② 报告应包括管道、安装场地、缆线、接地系统等内容，各部分报告中应包括相应的记录。

综合布线系统工程如采用布线工程管理软件和电子配线设备组成的系统进行管理和维护工作，应按专项系统工程进行验收。

3.10　工 程 验 收

3.10.1　编制工程验收文件

工程完工后，进入验收阶段，首先要编制工程竣工技术文件。为了便于工程验收和今后管理，在工程竣工后和验收前，施工单位应及早编制工程竣工技术文件，并在工程验收前提交建设单位。

1．工程竣工技术文件的内容

工程竣工技术文件应包括以下内容：

（1）综合布线系统工程的主要安装工程量，如主干布线的缆线规格和长度，装设楼层配线架的规格和数量等。

（2）在安装施工中一些重要部位或关键段落的施工说明，如建筑群配线架和建筑物配线架合用时其连接端子的分区和容量等。

（3）设备、机架和主要部件的数量明细表，即将整个工程中所用的设备、机架和主要部件分别统计，清晰地列出其型号、规格、程式和数量。

（4）在施工棚有少量修改时，可利用原工程设计图更改补充，不需再重作竣工图纸；但在施工中改动较大时，则应另作竣工图纸。

（5）工程中各项技术指标和技术要求的测试记录，如缆线的主要电气性能、光缆的光学传输特性等测试数据。

（6）直埋电缆或地下电缆管道等隐蔽工程经工程监理人员认可的签证；设备安装和缆线敷设工序告一段落时，经常驻工地代表或工程监理人员随工检查后的证明等原始记录。

（7）综合布线系统工程中如采用微机辅助设计，应提供程序设计说明和有关数据，如磁盘、操作说明、用户手册等文件资料。

（8）在施工过程中由于各种客观因素部分变更或修改原有设计或采取相关技术措施时，应提供建设、设计和施工等单位之间对于这些变动情况的洽商记录，以及在施工中的检查记录等基础资料。

2．竣工验收技术文件的主要要求

竣工技术文件和相关资料应做到内容齐全、数据准确无误、文字表达条理清楚、文件外观整洁、图表内容清晰，不应有互相矛盾、彼此脱节和错误遗漏等现象。

竣工技术文件通常为一式三份，在有多个单位需要时，可适当增加份数。

3．竣工技术文件编制要求

竣工技术文件应按下列要求进行编制：

（1）工程竣工后，施工单位应在工程验收之前，将工程竣工技术资料交给建设单位。

（2）综合布线系统工程的竣工技术资料应包括以下各项：

- 安装工程量；
- 工程说明；
- 设备、器材明细表；
- 竣工图纸；
- 测试记录（宜采用中文表示）；
- 工程变更、检查记录及施工过程中，需更改设计或采取相关措施，建设、设计、施工等单位之间的双方洽商记录；
- 随工验收记录；

- 隐蔽工程签证；
- 工程决算。

（3）竣工技术文件要保证质量，做到外观整洁，内容齐全，数据准确。

3.10.2　综合布线工程质量检查

综合布线系统工程，要按照《GB 50312—2007 综合布线系统工程验收规范》中所列项目、内容进行检验。检测结论作为工程竣工资料的组成部分及工程验收的依据之一。

（1）系统工程安装质量检查，各项指标符合设计要求，则被检项目检查结果为合格。被检项目的合格率为 100%，则工程安装质量判为合格。

（2）系统性能检测中，对绞电缆布线链路、光纤信道应全部检测，竣工验收需要抽验时，抽样比例不低于 10%，抽样点应包括最远布线点。

（3）系统性能检测单项合格判定。

- 如果一个被测项目的技术参数测试结果不合格，则该项目判为不合格；如果某一被测项目的检测结果与相应规定的差值在仪表准确度范围内，则该被测项目应判为合格。
- 按规范的指标要求，采用 4 对对绞电缆作为水平电缆或主干电缆，所组成的链路或信道有一项指标测试结果不合格，则该水平链路、信道或主干链路判为不合格。
- 主干布线大对数电缆中按 4 个对绞线对测试，指标有一项不合格，则判为不合格。
- 如果光纤信道测试结果不满足本规范附录 C 的指标要求，则该光纤信道判为不合格。
- 未通过检测的链路、信道的电缆线对或光纤信道可在修复后复检。

（4）竣工检测综合合格判定。

- 在对双绞电缆布线进行全部检测时，无法修复的链路、信道或不合格线对数量有一项超过被测总数的 1%，则判为不合格。在光缆布线检测时，如果系统中有一条光纤信道无法修复，则判为不合格。
- 在双绞电缆布线抽样检测时，被抽样检测点（线对）不合格比例不大于被测总数的 1%，则视为抽样检测通过，但不合格点（线对）应予以修复并复检。被抽样检测点（线对）不合格比例如果大于 1%，则视为一次抽样检测未通过，应进行加倍抽样；加倍抽样不合格比例不大于 1%，则视为抽样检测通过。若不合格比例仍大于 1%，则视为抽样检测不通过，应进行全部检测，并按全部检测要求进行判定。
- 全部检测或抽样检测的结论为合格，则竣工检测的最后结论为合格；全部检测的结论为不合格，则竣工检测的最后结论为不合格。

（5）综合布线管理系统检测，标签和标识按 10%抽检，系统软件功能全部检测。检测结果符合设计要求，则判为合格。

第 4 章　网络综合布线常用器材和工具

在综合布线过程中，除了最为主要的传输介质（如双绞线、光缆等）以外，还有很多布线设备。常用的有 RJ-45 插头、信息插座、配线架、光纤连接器、剥线钳、打线钳、网线钳、网线模块和测试仪等。

4.1　网络综合布线常用器材

4.1.1　水晶头

RJ-45 插头是一种只能沿固定方向插入并自动防止脱落的塑料接头，俗称“水晶头”，专业术语为“RJ-45 连接器”（RJ-45 是一种网络接口规范，类似的还有 RJ-11 接口，就是我们平常所用的“电话接口”，用来连接电话线），其外形如图 4-1 所示。之所以把它称为“水晶头”，是因为它的外表晶莹透亮的原因。双绞线的两端必须都安装这种 RJ-45 插头，以便插在网卡（NIC）、集线器（HUB）或交换机（Switch）的 RJ-45 接口上，进行网络通信。

图 4-1　RJ-45 连接器

4.1.2　双绞线

双绞线是综合布线工程中最常用的一种传输介质。双绞线由两根具有绝缘保护层的铜导线组成。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起，可降低信号干扰的程度，每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。与其他传输介质相比，双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速度等方面均受到一定限制，但价格较为低廉。

1．双绞线的类别

根据双绞线电缆的外层是否有铝箔包裹，可将其分为非屏蔽双绞线（Unshilded Twisted Pair，UTP）和屏蔽双绞线（Shielded Twisted Pair，STP）。双绞线的结构如图 4-2 所示。

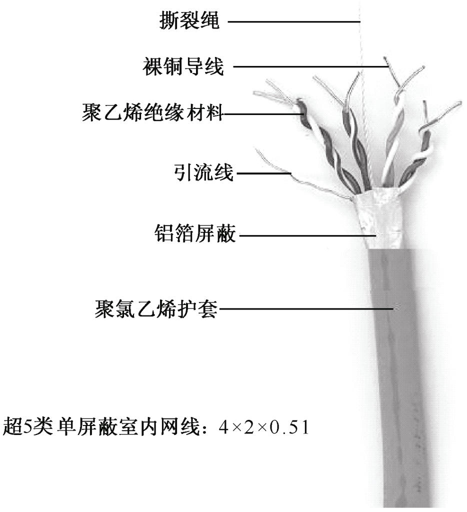


图 4-2　双绞线的结构（超 5 类双绞线）

按电气性能划分，双绞线可以分为：1 类、2 类、3 类、4 类、5 类、超 5 类、6 类、超 6 类、7 类共 9 种双绞线类型。类型数字越大，版本越新、技术越先进、带宽也越宽，当然价格也越贵。这些不同类型的双绞线标注方法是这样规定的：如果是标准类型则按“Cat x”方式标注，如常用的则在线的外包皮上标注为“Cat5”，注意字母通常是小写，而不是大写。而如果是改进版，就按“xe”进行标注，如超 5 类线就标注为“5e”，同样字母是小写，而不是大写。

双绞线技术标准是由美国通信工业协会（TIA）制定的，其标准是 EIA/TIA-568B，具体如下：

1）1 类（Category 1）线

1 类线是 ANSI/EIA/TIA-568A 标准中最原始的非屏蔽双绞铜线电缆，但它开发之初的目的不是用于计算机网络数据通信，而是用于电话语音通信。

2）2 类（Category 2）线

2 类线是 ANSI/EIA/TIA-568A 和 ISO 2 类/A 级标准中第一个可用于计算机网络数据传输的非屏蔽双绞线电缆，传输频率为 1 MHz，传输速率达 4 Mbps，主要用于旧的令牌网。

3）3 类（Category 3）线

3 类线是 ANSI/EIA/TIA-568A 和 ISO 3 类/B 级标准中专用于 10BASE-T 以太网络的非屏蔽双绞线电缆，传输频率为 16 MHz，传输速率可达 10 Mbps。

4）4 类（Category 4）线

4 类线是 ANSI/EIA/TIA-568A 和 ISO 4 类/C 级标准中用于令牌环网络的非屏蔽双绞线电缆，传输频率为 20 MHz，传输速率达 16 Mbps。主要用于基于令牌的局域网和 10BASE-T/100BASE-T。

5）5 类（Category 5）线

5 类线是 ANSI/EIA/TIA-568A 和 ISO 5 类/D 级标准中用于运行 CDDI（CDDI 是基于双

绞铜线的 FDDI 网络）和快速以太网的非屏蔽双绞线电缆，传输频率为 100 MHz，传输速率达 100 Mbps。

6）超 5 类（Category excess 5）线（见图 4-3）

超 5 类线是 ANSI/EIA/TIA-568B.1 和 ISO 5 类/D 级标准中用于运行快速以太网的非屏蔽双绞线电缆，传输频率也为 100 MHz，传输速率也可达到 100 Mbps。与 5 类线缆相比，超 5 类在近端串扰、串扰总和、衰减和信噪比 4 个主要指标上都有较大的改进。

7）6 类（Category 6）线

6 类线是 ANSI/EIA/TIA-568B.2 和 ISO 6 类/E 级标准中规定的一种非屏蔽双绞线电缆，它主要应用于百兆位快速以太网和千兆位以太网中。因为它的传输频率可达 200～250 MHz，是超 5 类线带宽的 2 倍，最大速率可达到 1 000 Mbps，满足千兆位以太网需求。

8）超 6 类（Category excess 6）线

超 6 类线是 6 类线的改进版，同样是 ANSI/EIA/TIA-568B.2 和 ISO 6 类/E 级标准中规定的一种非屏蔽双绞线电缆，主要应用于千兆网络中。在传输频率方面与 6 类线一样，也是 200～250 MHz，最大传输速率也可达到 1 000 Mbps，只是在串扰、衰减和信噪比等方面有较大改善。

9）7 类（Category 7）线

7 类线是 ISO 7 类/F 级标准中最新的一种双绞线，主要是为了适应万兆位以太网技术的应用和发展。但它不再是一种非屏蔽双绞线了，而是一种屏蔽双绞线，所以它的传输频率至少可达 500 MHz，是 6 类线和超 6 类线的 2 倍以上，传输速率可达 10 Gbps。

2．非屏蔽双绞线电缆的优点

（1）无屏蔽外套，直径小，节省占用空间；
（2）质量小、易弯曲、易安装；
（3）将串扰减至最小或加以消除；
（4）具有阻燃性；
（5）具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

3．性能指标

对于双绞线，用户最关心的是表现其性能的几个指标。这些指标包括衰减、近端串扰、阻抗特性、分布电容、直流电阻等。

1）衰减

衰减（Attenuation）是沿链路的信号损失的度量。衰减与电缆的长度有关系，随着长度的增加，信号衰减也随之增加。衰减的单位是 dB，表示源发送端信号到接收端信号强度的比率。由于衰减随频率而变化，因此应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

2）近端串扰

串扰分近端串扰（NEXT）和远端串扰（FEXT），测试仪主要是测量 NEXT，这是由于

存在线路损耗，FEXT 的影响较小。近端串扰（NEXT）损耗是通过测量一条 UTP 链路中从一对线到另一对线的信号耦合而得到的。对于 UTP 链路，NEXT 是一个关键的性能指标，也是最难精确测量的一个指标。随着信号频率的增加，其测量难度将加大。

NEXT 并不表示在近端点所产生的串扰值，它只是表示在近端点所测量到的串扰值。这个值会随电缆长度的不同而变化，电缆越长，其值变得越小。同时发送端的信号也会衰减，对其他线对的串扰也相对变小。实验证明，只有在 40 m 内测量得到的 NEXT 是较真实的。

3）直流电阻

直流环路电阻会消耗一部分信号，并将其转变成热量。它是指一对导线电阻的和，11801 规格的双绞线的直流电阻不得大于 19.2 Ω。每对间的差异不能太大（小于 0.1 Ω），否则表示接触不良，必须检查连接点。

4）特性阻抗

与环路直流电阻不同，特性阻抗包括电阻及频率为 1～100 MHz 的电感阻抗及电容阻抗，它与一对电线之间的距离及绝缘体的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗，而双绞线电缆则有 100 Ω、120 Ω及 150 Ω几种。

5）衰减串扰比（ACR）

在某些频率范围内，串扰与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数。ACR 有时也以信噪比（Signal-Noise Ratio，SNR）表示，它由最差的衰减量与 NEXT 测量值的差值计算。ACR 值越大，表示抗干扰的能力越强。一般系统要求至少大于 10 dB。

6）电缆特性

通信信道的品质是由它的电缆特性描述的。SNR 是在考虑到干扰信号的情况下，对数据信号强度的一个度量。如果 SNR 过低，将导致数据信号在被接收时，接收器不能分辨数据信号和噪声信号，最终引起数据错误。因此，为了将数据错误限制在一定范围内，必须定义一个最小的可接收的 SNR。

7）最大传输距离

双绞线的最大传输距离为 100 m。

4．影响双绞线传输速率和距离的因素

在生产制造过程中，影响网络双绞线传输速率和距离的主要因素有：

（1）铜棒材料质量；

（2）铜棒拉丝制成线芯的直径、均匀度和同心度；

（3）线芯覆盖绝缘层的厚度、均匀度和同心度；

（4）两芯线绞绕节距和松紧度；

（5）对绞线缠绕节距和松紧度；

（6）生产过程中的张紧拉力；

（7）生产过程中的卷轴曲率半径。

在工程施工过程中，影响网络双绞线传输速率和距离的主要因素有：

（1）网络双绞线配线端接工程技术；
（2）布线拉力；
（3）布线曲率半径；
（4）布线绑扎技术；
（5）电磁干扰；
（6）工作温度。

5．如何辨别真假双绞线

1）确定双绞线的类型

双绞线电缆中的导线是成对出现的，每 2 条为一对，并且相互扭绕。根据美国线缆规格（AWG）规定：双绞线中的导线全部应为 4 对，共 8 根。但是 10 Mbps 以太网标准规定只使用 2 对导线传输信号，所以 3 类双绞线中有些是 2 对的，而有些则是 4 对的。

快速以太网的出现，一方面将原来 10 Mbps 的网络速率从理论上提高到了 10 倍，另一方面为将来更快速度的网络（千兆位以太网，传输速率为 1 000 Mbps）做好准备，同时传输速率为 100 Mbps 的 5 类双绞线也投入使用。虽然快速以太网只使用其中的 2 对，但千兆位以太网必须要用到全部的 4 对。

建议读者多注意网线上的标注，如标有“Cat3”字样的一般为 3 类线，标有“Cat5”的字样说明为 5 类双绞线。

2）实际测试其通信速率

现在组建的网络一般都采用 5 类以上的双绞线，3 类双绞线已属于淘汰产品。但是，一些双绞线生产厂商在 5 类双绞线标准推出后，便将原来用于 3 类线的导线封装在印有 5 类双绞线字样的电缆中出售。当使用了这类假 5 类线后，网络的实际通信速率只能在很短的距离内达到 5 类双绞线所规定的 100 Mbps。

这种造假非常隐蔽，一般用户很难发现。这时，建议大家先购买一段，利用 Windows 操作系统中的“系统监视器”或 Windows NT Server 4.0 中的“网络监视器”亲自测试一下。如果测试的速率达到了 100 Mbps，则表明是 5 类双绞线，若只有 10 Mbps，说明电缆中使用的是 3 类线的导线。这种方法不仅能够正确区别 3 类线和 5 类线，而且可以用于测试双绞线电缆中每一对导线的扭绕度是否符合标准，同时还可以测出导线中的金属介质是否合格。（请注意：在进行网络速度测试时，双绞线的长度应为 100 m 的标准长度，否则测出的数据没有任何实用意义。）

3）相信自己的眼睛

并不是所有的网络布线都集中在装有空调的办公室中，所以网线必须具有一定的耐热、抗拉和易弯曲等性能：可以将双绞线放在高温环境中测试一下，优质双绞线在周围温度达到 35℃至 40℃时外面的一层胶皮不会变软，而劣质的却会。

为了保证连接的安全，优质双绞线电缆外包的胶皮具有较强的抗拉性，而劣质的却没有。

双绞线电缆中一般使用金属铜，而一些厂商在生产时为了降低成本，在铜中添加了其他的金属元素，其直观表现是掺假后的导线比正常的明显要硬，不易弯曲，使用中容易产生断

线。优质双绞线外面的胶皮还具有抗燃性，而劣质的则使用普通的易燃材料制成，购买时可亲自试试；当需要使用屏蔽双绞线时，应注意屏蔽双绞线与我们常用的非屏蔽双绞线有很大的区别。与非屏蔽双绞线相比，在屏蔽双绞线的导线与外部胶皮之间多出了一层金属网和一层薄薄的绝缘材料，并且对应的水晶头的外面用金属包裹。

4.1.3　同轴电缆

同轴电缆以硬铜线为芯，外包一层绝缘材料。结构如图 4-3 所示。这层绝缘材料用密织的网状导体环绕，网外又覆盖一层保护性材料。有两种广泛使用的同轴电缆。一种是 50 Ω电缆，用于数字传输，由于多用于基带传输，也叫基带同轴电缆；另一种是 75 Ω电缆，用于模拟传输。同轴电缆的这种结构，使它具有高带宽和极好的噪声抑制特性。同轴电缆的带宽取决于电缆长度。1km 的电缆可以达到 1～2 Gbps 的数据传输速率。

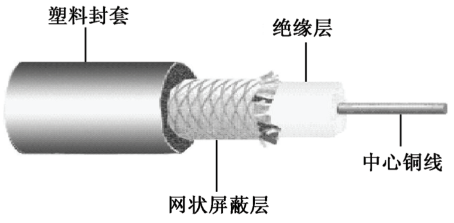


图 4-3　同轴电缆

同轴电缆根据其直径大小可以分为：粗同轴电缆与细同轴电缆。

为了保持同轴电缆的正确电气特性，电缆屏蔽层必须接地。同时两头要有终端来削弱信号反射作用。

无论是粗缆还是细缆均为总线拓扑结构，即一根缆上接多部机器，这种拓扑适用于机器密集的环境。但是当一个触点发生故障时，故障会串联影响到整根缆上的所有机器，故障的诊断和修复都很麻烦。所以，逐步被非屏蔽双绞线或光缆取代。

4.1.4　光缆

光缆（Optical Fiber Cable）主要是由光导纤维（细如头发的玻璃丝）和塑料保护套管及塑料外皮构成，光缆内没有金、银、铜、铝等金属，一般无回收价值。光缆是一定数量的光纤按照一定方式组成缆心，外包有护套，有的还包覆外护层，用以实现光信号传输的一种通信线路。即由光纤（光传输载体）经过一定的工艺而形成的线缆。

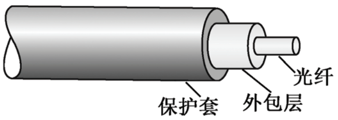


图 4-4　光缆结构图

光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，光纤通常是由石英玻璃制成，横截面积很小的双层同心圆柱体，也称为纤芯，它质地脆，易断裂，由于这一缺点，需要外加一个保护层。其结构如图 4-4 所示。

1）光纤的种类

按敷设方式分：自承重架空光缆、管道光缆、铠装地埋光缆和海底光缆。

按光缆结构分：束管式光缆、层绞式光缆、紧抱式光缆、带式光缆、非金属光缆和可分支光缆。

按用途分：长途通信用光缆、短途室外光缆、混合光缆和建筑物内用光缆。

按光在光纤中的传输模式可分为：单模光纤和多模光纤。

多模光纤：中心玻璃芯较粗（50 或 62.5 μm），可传多种模式的光。但其模间色散较大，这就限制了传输数字信号的频率，而且随距离的增加会更加严重。例如，600 MB/km 的光纤在 2 km 时则只有 300 MB 的带宽了。因此，多模光纤传输的距离就比较近，一般只有几公里。

单模光纤：中心玻璃芯较细（芯径一般为 9 或 10 μm），只能传一种模式的光。因此，其模间色散很小，适用于远程通信，但其色度色散起主要作用，这样单模光纤对光源的谱宽和稳定性有较高的要求，即谱宽越窄，稳定性越好。

2）光纤的优点

（1）光纤的通频带很宽，理论上可达 30 亿兆赫兹。

（2）无中继段长达几十到 100 多千米，铜线只有几百米。

（3）不受电磁场和电磁辐射的影响。

（4）质量轻，体积小。例如，通 21 000 话路的 900 对双绞线，其直径为 3 英寸（1 英寸 =2.54 cm），质量为 8 t/km；而通信量为其 10 倍的光缆，其直径为 0.5 英寸，质量为 450 t/km。

（5）光纤通信不带电，使用安全，可用于易燃、易爆场所。

（6）使用环境温度范围宽。

（7）减少化学腐蚀，使用寿命长。

4.1.5 线管与线槽

在综合布线系统中主要使用的线槽有金属线槽和塑料线槽，主要使用的线管有金属管和塑料管。

1. 金属槽

金属槽由槽底和槽盖组成，每根槽一般长度为 2 m，槽与槽连接时使用相应尺寸的铁板和螺钉固定。槽的外形如图 4-5 所示。

2. 塑料槽

塑料槽的外形与图 4-6 类似，但它的品种规格更多。与 PVC 槽配套的附件有：阳角、阴角、直转角、平三通、左三通、右三通、连接头、终端头、接线盒（暗盒、明盒）等。

3. 金属管

金属管是用于分支结构或暗埋的线路，它的规格也有多种，外径以 mm 为单位。管的外形如图 4-6 所示。

4. 塑料管

塑料管产品分为 2 大类，即 PE 阻燃导管和 PVC 阻燃导管。与 PVC 管安装配套的附件有：接头、螺圈、弯头、弯管弹簧；一通接线盒、二通接线盒、三通接线盒、四通接线盒、开口管卡、专用截管器、PVC 粗合剂等。

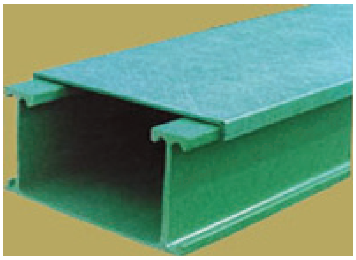


图 4-5　金属槽

图 4-6　金属管

4.1.6　桥架

桥架分为普通型桥架、重型桥架、槽式桥架。普通桥架又分为普通型桥架、直边普通型桥架。在普通桥架中，有以下主要配件供组合：梯架、弯通、三通、四通、多节二通、凸弯通、凹弯通、调高板、端向连结板、调宽板、垂直转角连接件、连结板、小平转角连结板、隔离板等。

在直通普通型桥架中有以下主要配件供组合：梯架、弯通、三通、四通、多节二通、凸弯通、凹弯通、盖板、弯通盖板、三通盖板、四通盖板、凸弯通盖板、凹弯通盖板、花孔托盘、花孔弯通、花孔四通托盘、连结板、垂直转角连接板、小平转角连结板、端向连接板护板、隔离板、调宽板、端头挡板等。重型桥架和槽式桥架在网络布线中很少使用，故不再叙述。

4.1.7　面板与底盒

1．面板

常用面板分为单口面板和双口面板，面板外型尺寸符合国标 86 型、120 型。86 型面板的宽度和长度分别是 86 mm，通常采用高强度塑料材料制成，适合安装在墙面，具有防尘功能。如图 4-7 和图 4-8 所示。

图 4-7　网络面板

图 4-8　地插面板

2．底盒

常用底盒分为明装底盒和暗装底盒，如图 4-9 所示。

图 4-9　明装、暗装底盒

4.1.8　配线架

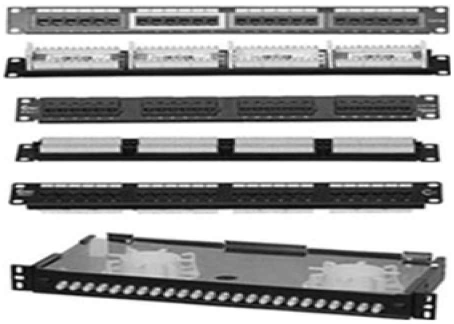


图 4-10　各种配线架

配线架如图 4-10 所示，是实现垂直干线布线和水平布线两个子系统交叉连接的枢纽，一般放置在管理区和设备间的机柜中。在网络工程中常用的配线架有双绞线配线架和光纤配线架。双绞线配线架的作用是在管理子系统中将双绞线进行交叉连接，用在主配线间和各分配线间。光纤配线架的作用是在管理子系统中将光缆进行连接，通常在主配线间和各分配线间进行。常用的超 5 类配线架：6 口、12 口、18 口、24 口、48 口网络配线架 24 口屏蔽配线架，光纤配线架：12 口或 24 口 SC、ST、12 口 FC 熔接盘。

4.1.9　机柜

机柜是存放网络设备和线缆交接的地方。机柜以 U 为单元区分（1 U=44.45 mm），标准的机柜宽度为 600 mm；一般情况下，服务器机柜的深≥800 mm，而网络机柜的深≤800 mm。常用服务器机柜网络机柜如表 4-1、图 4-11 和图 4-12 所示。

表 4-1　常用服务器机柜网络机

产品名称	用户单元	规格型号（宽×深×高）	产品名称	用户单元	规格型号（宽×深×高）
普通墙柜系列	6U	530 mm×400 mm×300 mm	普通网络机柜系列	18U	600 mm×600 mm×1 000 mm
	8U	530 mm×400 mm×400 mm		22U	600 mm×600 mm×1 200 mm
	9U	530 mm×400 mm×450 mm		27U	600 mm×600 mm×1 400 mm
	12U	530 mm×400 mm×600 mm		31U	600 mm×600 mm×1 600 mm
普通服务器机柜系列（加深）	31U	600 mm×800 mm×1 600 mm		36U	600 mm×600 mm×1 800 mm
	36U	600 mm×800 mm×1 800 mm		40U	600 mm×600 mm×2 000 mm
	40U	600 mm×800 mm×2 000 mm		45U	600 mm×600 mm×2 200 mm

4.1.10　标签

综合布线系统需要在管理的各个部位设置标签，分配由不同长度的编码和数字组成的标识符，以表示相关的管理信息。标识符可由数字、英文字母、汉语拼音或其他字符组成，布线系统内各同类型的器件与缆线的标识符应具有相同的特征（相同数量的字母和数字等）。

图 4-11　壁挂网络机柜

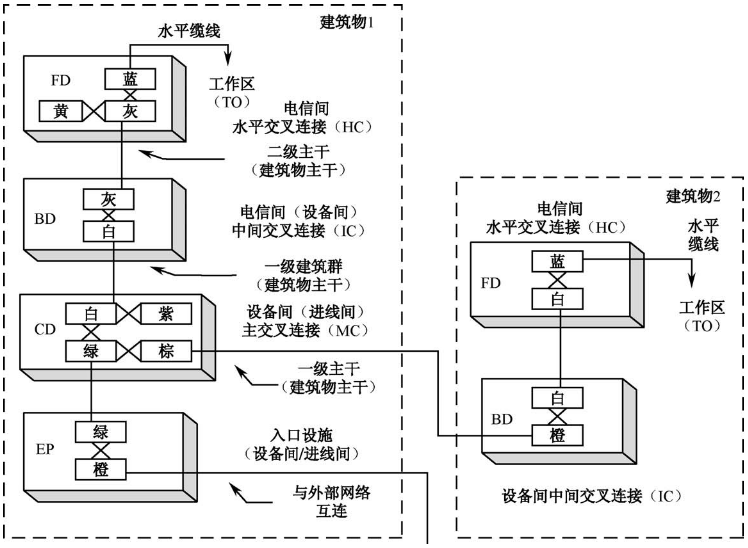
图 4-12　立式网络机柜

标签的应用要符合以下要求：

（1）选用粘贴型标签时，缆线应采用环套型标签，标签在缆线上至少应缠绕一圈或一圈半，配线设备和其他设施应采用扁平型标签。

（2）标签衬底应耐用，可适应各种恶劣环境；不可将民用标签应用于综合布线工程；插入型标签应设置在明显位置、固定牢固。

（3）同颜色的配线设备之间应采用相应的跳线进行连接，色标的规定及应用场合应符合图 4-13 所示的要求。



橙色——用于分界点，连接入口设施与外部网络的配线设备。
绿色——用于建筑物分界点，连接入口设施与建筑群的配线设备。
紫色——用于与信息通信设施（PBX、计算机网络、传输等设备）连接的配线设备。
白色——用于连接建筑物内主干缆线的配线设备（一级主干）。
灰色——用于连接建筑物内主干缆线的配线设备（二级主干）。
棕色——用于连接建筑群主干缆线的配线设备。
蓝色——用于连接水平缆线的配线设备。
黄色——用于报警、安全等其他线路。
红色——预留备用。

图 4-13　色标应用位置

系统中所使用的区分不同服务的色标应保持一致，对于不同性能缆线级别所连接的配线设备，可用加强颜色或适当的标记加以区分。

4.2　综合布线常用工具

4.2.1　打线工具

1. 常用打线工具

图 4-14　5 对 110 型打线工具

（1）5 对 110 型打线工具：110 型连接端子打线工具，如图 4-14 所示。一次最多可以接 5 对连接块，操作简单，省时省力。

（2）单对 110 打线钳：适用于线缆、110 型模块及配线架的连接作业。使用时只需简单地在手柄上推一下，就能完成将导线卡接在模块中，完成端接过程。单对 110 打线钳如图 4-15 所示。

（3）RJ-45+RJ-11 双用压接工具：适用于 RJ-45、RJ-11 水晶头的压接，如图 4-16 所示。

图 4-15　单对 110 打线钳

图 4-16　RJ-45+RJ-11 双用压接工具

（4）RJ-45 单用压接工具：如图 4-17 所示，一把钳子兼有双绞线切割、剥离外护套、水晶头压接等多种功能。

（5）剥线器：如图 4-18 所示。

图 4-17　RJ-45 单用压接工具

图 4-18　剥线器

2．使用打线工具时必须注意的事项

（1）用手在压线口按照线序把线芯整理好，然后开始压接，压接时必须保证打线钳方向正确，有刀口的一边必须在线端方向，正确压接后，刀口会将多余线芯剪断。否则，会损伤或剪断要用的网线铜芯。

（2）打线钳必须保证垂直，突然用力向下压，听到“咔嚓”声，配线架中的刀片会划破线芯的外包绝缘外套，与铜线芯接触。

（3）如果打接时不突然用力，而是均匀用力，则不容易一次将线压接好，可能出现半接触状态。

（4）如果打线钳不垂直，容易损坏压线口的塑料牙，而且不容易将线压接好。

4.2.2　线缆分析仪

FLUKE1800 线缆分析仪是专业网络测试和网络布线的维护工具，如图 4-19 所示。

图 4-19　FLUKE1800 线缆分析仪

FLUKE1800 支持的功能有：

- 接线图；
- 长度；
- 传输时延；
- 时延偏离；
- 直流环路电阻；
- 插入损耗（衰减）；
- 回波损耗，远端回波损耗；
- 近端串扰，远端近端串扰；
- 衰减串扰比，远端衰减串扰比；
- 综合等效远端串扰，远端综合等效远端串扰；
- 综合近端串扰，远端综合近端串扰；
- 综合衰减串扰比，远端综合衰减串扰比可供多语种用户使用。

FLUKE DTX 系列电缆认证分析仪的顶级型号 FLUKE1800 支持高达 900MHz 的测试频率，这一带宽支持 ISO ClassF 链路的要求，并满足运行万兆位以太网的双绞线测试。以简明易懂的方式来表达故障的确切位置，以及出现故障的可能原因。内置的可视故障定位器（UFL）可查找光缆，验证连通性和极性，并能发现断点。不仅可以检测出出现了什么故障，而且还可以提供解决问题的方法。

第 5 章　综合布线的基本操作

5.1　配线端接的基本操作

配线端接技术直接影响网络系统的传输速度、稳定性和可靠性，也直接决定综合布线系统永久链路和信道链路的测试结果。

一般每个信息点的网络线从设备跳线→墙面模块→楼层机柜通信配线架→网络配线架→交换机连接跳线→交换机级联线等平均需要端接 10～12 次，每次端接 8 个芯线，因此在工程技术施工中，每个信息点大约平均需要端接 80 芯或者 96 芯。因此熟练掌握配线端接技术非常重要。

例如，如果进行 1000 个信息点的小型综合布线系统工程施工，按照每个信息点平均端接 12 次计算，该工程总共需要端接 12000 次，端接线芯 96000 次，如果操作人员端接线芯的线序和接触不良错误率按照 1%计算，将会有 960 个线芯出现端接错误，假如这些错误平均出现在不同的信息点或者永久链路，其结果是这个项目可能有 960 个信息点出现链路不通。那么，这 1000 个信息点的综合布线工程竣工后，仅仅链路不通这一项错误就将高达 96%，同时各个永久链路的线序或者接触不良错误很难及时发现和维修，往往需要花费几倍的时间和成本才能解决，造成很大的经济损失，严重时直接导致该综合布线系统无法验收和正常使用。

按照《GB 50311—2007　综合布线系统工程设计规范》和《GB 50312—2007　综合布线系统工程验收规范》两个国家标准的规定，对于永久链路需要进行 11 项技术指标测试后，才能完成综合布线工程交付用户使用。

5.1.1　配线端接原理

网络综合布线系统中配线端接的基本原理：将线芯用机械力压入两个刀片中，在压入过程中刀片将绝缘护套划破与铜线芯紧密接触，同时金属刀片的弹性将铜线芯长期夹紧，从而实现长期稳定的电气连接。

5.1.2　网络双绞线剥线基本操作

网络双绞线配线端接的正确方法和程序如下：

（1）剥开外绝缘护套。首先剪裁掉端头破损的双绞线，使用专门的剥线工具将需要端接的双绞线端头剥开外绝缘护套。端头剥开长度尽可能短一些，能够方便地端接线就可以了。在剥护套过程中不能对线芯的绝缘护套或者线芯造成损伤或者破坏。特别注意不能损伤 8 根线芯的绝缘层，更不能损伤任何一根铜线芯。

（2）拆开 4 对双绞线。将端头已经剥去外皮的双绞线按照对应颜色拆开成为 4 对单绞

线。拆开 4 对单绞线时，必须按照绞绕顺序慢慢拆开，同时保护 2 根单绞线不被拆开和保持比较大的曲率半径。不能强行拆散或者硬折线对，形成较小的曲率半径。

（3）拆开单绞线。将 4 对单绞线分别拆开。注意 RJ-45 水晶头制作和模块压接线时线对拆开方式和长度不同。RJ-45 水晶头制作时注意，双绞线的接头处拆开线段的长度不应超过 20 mm，压接好水晶头后拆开线芯长度必须小于 14 mm，过长会引起较大的近端串扰。模块压接时，双绞线压接处拆开线段长度应该尽量短，能够满足压接就可以了，不能为了压接方便拆开很长的线芯，因为过长会引起较大的近端串扰。

5.1.3　RJ-45 水晶头的端接原理和方法

1．RJ-45 头的端接原理

利用压线钳的机械压力使 RJ-45 头中的刀片首先压破线芯绝缘护套，然后再压入铜线芯中，实现刀片与线芯的电气连接。每个 RJ-45 头中有 8 个刀片，每个刀片与 1 个线芯连接。注意观察可发现，压接后 8 个刀片比压接前低。

2．RJ-45 水晶头端接方法和步骤

（1）剥开外绝缘护套。

（2）剥开 4 对双绞线。

（3）剥开单绞线。

（4）48 根线排好线序。

（5）剪齐线端。先将已经剥去绝缘护套的 4 对单绞线分别拆开相同的长度，将每根线轻轻捋直，同时按照 568 B 线序（白橙，橙，白绿，蓝，白蓝，绿，白棕，棕）水平排好。将 8 根线的端头齐头剪掉，留 14 mm 长度，从线头开始，至少 10 mm 导线之间不应有交叉。

（6）将双绞线插入 RJ-45 水晶头内，注意一定要插到底。

（7）压接。

（8）测试。

3．RJ-45 水晶头端接标准

1）568A 和 568B

EIA/TIA 的布线标准中规定了两种双绞线的线序，即 568A 和 568B。

标准 568A 的线序为：绿白，绿，橙白，蓝，蓝白，橙，棕白，棕。

标准 568B 的线序为：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕。

为了保持最佳的兼容性，普遍采用 EIA/TIA 568B 标准来制作网线。在整个网络布线中应用一种布线方式，但两端都有 RJ-45 插口的网络连线无论是采用 568A 标准，还是 568B 标准，在网络中都是可行的。双绞线的顺序与 RJ-45 头的引脚序号一一对应。10 Mbps 以太网的网线使用 1、2、3、6 编号的芯线传递数据，而 100 Mbps 网卡需要使用 4 对线。由于 10 Mbps 网卡能够使用按 100 Mbps 方式制作的网线，而且双绞线又提供有 4 对线，因而即使使用 10 Mbps 网卡，一般也按 100 Mbps 方式制作网线。

2）直通线

直通线用于不同设备之间的互连。

直通线规则：568B-568B 或 568A-568A

直通线用于：

- 集线器（交换机）的级联；
- 服务器←→集线器（交换机）的连接；
- 集线器（交换机）←→计算机的连接。

直通线的接法如图 5-1 所示。

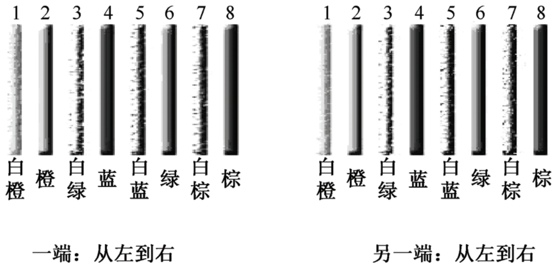


图 5-1　直通线接法

通常认为 568B 标准对电磁干扰的屏蔽性能更好，所以在实际应用中大都使用 T568B 标准。

3）交叉线

交叉线用于同种设备之间的互连（PC-PC，交换机—交换机）。

交叉线规则：568A-568B。如果是两台机器互连，则一头做 568A，另一头做 568B，也就是常说的 1 和 3，2 和 6 互换。

交叉线用于：

- 计算机←→计算机的连接；
- 集线器←→集线器的连接；
- 交换机←→交换机的连接。

交叉线的接法如图 5-2 所示。

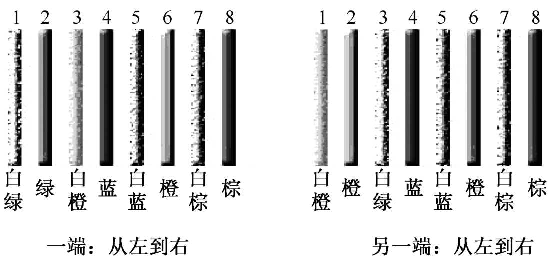


图 5-2　交叉线接法

5.1.4　网络模块端接原理和方法

1. 网络模块端接原理

利用压线钳的压力将 8 根线逐一压接到模块的 8 个接线口，同时裁剪掉多余的线头。在压接过程中刀片首先快速划破线芯绝缘护套，与铜线芯紧密接触实现刀片与线芯的电气连接，这 8 个刀片通过电路板与 RJ-45 口的 8 个弹簧连接。

RJ-45 信息模块前面插孔内有 8 芯线针触点分别对应着双绞线的 8 根线；后部两边分列各个打线柱，外壳为聚碳酸酯材料，打线柱内嵌有连接各线针的金属夹子；有通用线序色标注于模块两侧面上，分两排。A 排表示 T586A 线序模式，B 排表示 T586B 线序模式，如图 5-3 所示。

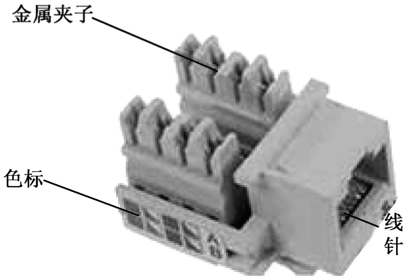


图 5-3　打线型 RJ-45 信息模块

2. 网络模块端接方法和步骤

1）需打线型 RJ-45 信息模块的安装

（1）将双绞线从暗盒里抽出，预留 40 cm 的线头，剪去多余的线。用剥线工具或压线钳的刀具在离线头 10 cm 长左右将双绞线的外包皮剥去。

（2）把剥开的双绞线线芯按线对分开，但先不要拆开各线对，只有在将相应线对预先压入打线柱时才拆开。按照信息模块上所指示的色标选择合适的线序模式（注意：在一个布线系统中最好只统一采用一种线序模式，否则接乱了，网络不通则很难查），将剥皮处与模块后端面平行，两手稍旋开绞线对，稍用力将导线压入相应的线槽内，如图 5-4 所示。

（3）全部线对都压入各槽位后，就可用 110 打线工具，如图 5-5 所示，将一根根线芯进一步压入线槽中。

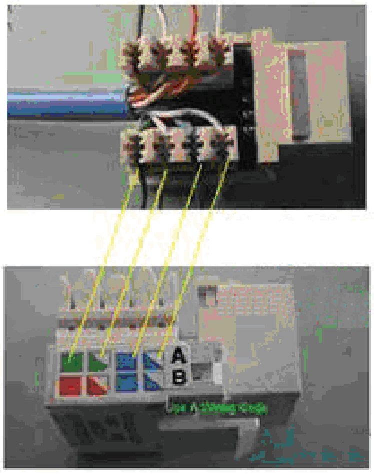


图 5-4　A 标打线法

图 5-5　110 打线工具

110 打线工具的使用方法如下：切割余线的刀口永远是朝向模块的外侧，打线工具与模块垂直插入槽位，垂直用力冲击，听到“咔嗒”一声，说明工具的凹槽已经将线芯压到位，已经嵌入金属夹子里，并且金属夹子已经切入绝缘皮咬合铜线芯形成通路，如图 5-6 所示。这里一定要注意以下两点：刀口向外——若忘记变成向内，压入的同时也切断了本来应该连接的铜线；垂直插入——打斜了的话，将使金属夹子的口撑开，再也没有咬合的能力，并且打线柱也会歪掉，难以修复，这个模块就报废了。

（4）将信息模块的塑料防尘片扣在打线柱上，并将打好线的模块扣在信息面板上，如图 5-7 所示。

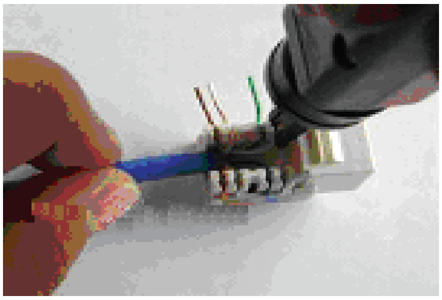


图 5-6　压线和剪线

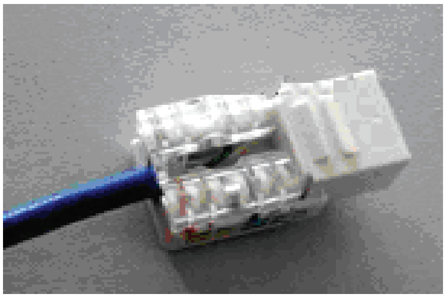


图 5-7　盖好防尘盖

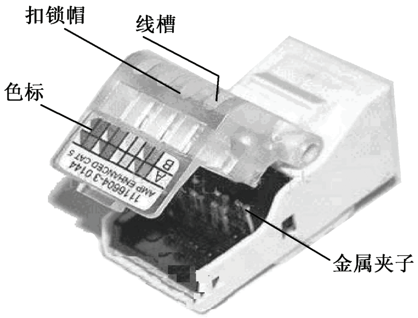


图 5-8　免打线型 RJ-45 信息模块

2）免打线型 RJ-45 信息模块的安装

免打线型 RJ-45 信息模块的设计无须打线工具而快速准确地完成端接，没有打线柱，而是在模块的里面有两排各 4 个的金属夹子，而锁扣机构集成在扣锁帽里，色标也标注在扣锁帽后端，端接时，用剪刀裁出约 4 cm 的线，按色标将线芯放进相应的槽位，扣上，再用钳子压一下扣锁帽即可（有些可以用手压下，并锁定）。扣锁帽确保铜线全部端接并防止滑动，扣锁帽多为透明，以方便观察线与金属夹子的咬合情况，如图 5-8 所示。

5.1.5　网络机柜内部配线端接

为了使安装在机柜内的模块化配线架和网络交换机美观大方且方便管理，必须对机柜内设备的安装进行规划，具体遵循以下原则：

（1）一般配线架安装在机柜下部，交换机安装在其上方；

（2）每个配线架之间安装一个理线架，每个交换机之间也要安装理线架；

（3）正面的跳线从配线架中出来全部要放入理线架内，然后从机柜侧面绕到上部的交换机间的理线器中，再接插进入交换机端口。

一般网络机柜的安装尺寸执行中国《YD/T 1819—2008 通信设备用综合集装架标准》。机柜内配线安装后的效果如图 5-9 所示。

图 5-9　机柜内配线安装后的效果

5.2　网络布线基本操作

5.2.1　实训设备螺孔使用方法

综合布线实训装置上预设有间距 100 mm×100 mm 或 80 mm×80 mm 的各种网络设备、插座、线槽、机柜等 M6 螺孔，必须使用厂家配套的 M6×16 螺钉，要求硬度≤140 HV、强度≤4.8 kg/mm，不能使用高强度螺钉。

特别说明：禁止用钻头对螺孔进行钻孔，这样将直接损坏螺孔。如果螺孔使用困难，可以用丝锥进行攻丝修理。

5.2.2　线管的安装

在安装线管时必须使用生产厂家配套的专用管卡（需单独购买 Φ 20 和 Φ 40 管卡），如图 5-10 所示。线管的安装步骤如下：

（1）按照设计的布管位置，用 M6 螺丝把管卡固定好。螺丝头应该沉入管卡内，如图 5-11 所示。

图 5-10　专用管卡

图 5-11　安装管卡

（2）将线管安装到管卡中，如图 5-12 所示。

线管安装必须做到垂直或者水平，如果设计为倾斜时，必须符合设计要求。

实际工程施工时一般每隔 1 m 安装 1 个管卡。为了达到熟练的目的，在实训过程中建议每 100 mm 安装 1 个管卡，然后再固定 PVC 管，安装原理如图 5-13 所示。

图 5-12　安装好 PVC 管

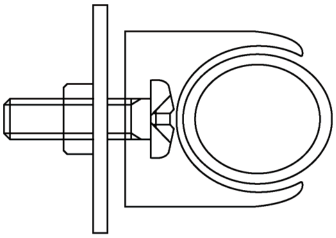


图 5-13　管卡安装图

特别说明：如果用户自购管卡时，必须进行二次铣孔，保证 M6 螺钉能够穿过，并且将螺钉头沉入管卡内，这样才能不影响线管的安装。

5.2.3　线槽的安装

首先进行线槽安装位置和路由的设计，准备好线槽、盖板、弯头等材料和工具；然后进行线槽的安装，其步骤如下：

（1）在电动起子上夹紧 Φ8 mm 或 Φ6 mm 钻头，在线槽中间位置钻 Φ8 mm 或 Φ6 mm 孔，孔的位置必须与实训装置孔对应，每段线槽至少开两个安装孔，如图 5-14 所示。

（2）用 M6 螺钉把线槽固定好，每段线槽至少安装 2 个螺钉，如图 5-15 所示。

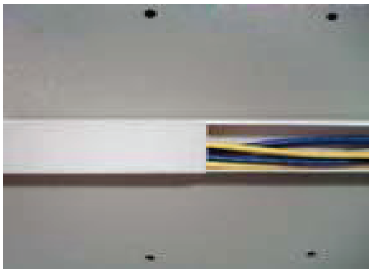


图 5-14　钻孔

图 5-15　安装

（3）在线槽内布线，如图 5-16 所示。

（4）完成布线后盖好线槽盖板，如图 5-17 所示。

图 5-16　布线

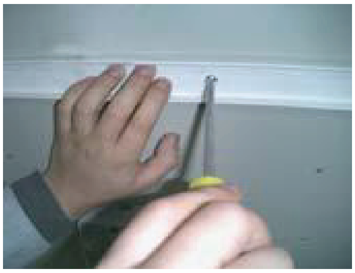


图 5-17　盖板

线槽安装原理图如图 5-18 所示。线槽安装必须做到垂直或者水平，中间接缝没有明显间隙。实际工程施工时，线槽固定间距一般为 1 m。为了达到熟练的目的，在实训过程中建议每隔 100 mm 用螺钉固定 1 次线槽。

特别说明：

- 线槽开孔时必须在操作台上进行，禁止在实训装置上开孔。
- 电动起子属于旋转工具，操作不当会有危险，因此必须小心操作和使用，建议在教师指导下使用，学生实训使用低转速设备，一般转速 600 r/min（转 / 分）。

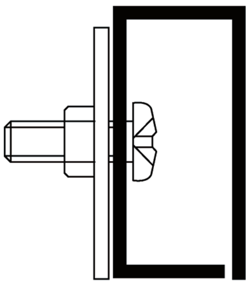


图 5-18　线槽安装原理图

5.2.4　桥架的安装

首先确认桥架的安装方式，然后进行桥架位置和路由的设计，准备好桥架、三通、连接件、支架等材料和工具。桥架连接件如图 5-19 所示。

图 5-19　桥架连接件

桥架的安装可以分为支架安装和在墙面直接安装两种方式，如图 5-20 所示。

（a）L 形支架安装桥架　　（b）吊杆支架安装桥架　　（c）直接固定桥架

图 5-20　桥架安装

直接在墙面安装桥架的操作方法与线槽安装方式相同。

使用支架安装桥架的步骤：

（1）确定桥架安装位置；

（2）安装支架；

（3）固定桥架；

（4）在桥架内布线；

（5）完成布线后盖好桥架盖板。

根据《GB 50311—2007 综合布线系统工程验收规范》规定，桥架水平安装时，支架间距为 1.5～3 m 为宜。但为了达到熟练目的，在实训过程中建议每隔 200 mm 安装 1 个支架。

5.2.5　壁挂式机柜的安装

在实际工程中，壁挂式机柜一般安装在墙面，高度在 1.8 m 以上。在进行综合布线实训时，可以根据实训设计需要和操作方便，自己设计安装高度和位置。安装图如图 5-21 所示。安装步骤如下：

（1）设计壁挂式机柜安装位置，准备安装材料和工具；

（2）按照设计位置，使用螺钉固定壁挂式网络机柜；

（3）安装完毕后，做好设备编号。

图 5-21　安装壁挂式机柜

5.2.6　立式机柜的安装

安装 42U 机柜一般在管理间、设备间或机房，在安装布置时必须考虑远离配电箱，四周保证有 1 m 的通道和检修空间。

安装 42U 机柜的步骤如下：

（1）设计机柜安装位置；

（2）准备安装使用的螺钉等材料、工具；

图 5-22　安装 42U 机柜

（3）将机柜就位，然后将机柜底部的定位螺栓向下旋转，将 4 个旋转轮悬空，保证机柜不能移动或者转动，如图 5-22 所示。

42U 安装机柜门步骤如下：

（1）将门的底部轴销与机柜下围框的轴销孔对准，将门的底部装上；

（2）用手拉开门顶部的轴销，将轴销的通孔与机柜上门楣的轴销孔对齐；

（3）松开手，在弹簧作用下轴销往上复位，使门的上部轴销插入机柜上门楣的对应孔位，从而将门安装在机柜上；

（4）按照上面的步骤，完成其他机柜门的安装。

5.2.7　线管弯管成型

综合布线施工中如果不能满足缆线最低弯曲半径要求，双绞线电缆的缠绕节距就会发生变化；严重时，电缆可能会损坏，直接影响电缆的传输性能。例如，在铜缆系统中，布线弯曲半径直接影响回波损耗值，严重时会超过标准规定值。在光纤系统中，则可能会导致高衰减。因此在设计布线路径时，尽量避免和减少弯曲，增加电缆的拐弯曲率半径值。

直径在 25 mm 以下的 PVC 管工业品弯头、三通，一般不能满足铜缆布线曲率半径要求。因此，一般使用专用弹簧弯管器对 PVC 管成形。

弯管器的使用步骤：

（1）将与管规格相配套的弯管弹簧插入管内，如图 5-23 所示；

（2）将弯管弹簧插入到需要弯曲的部位，如果管路长度大于弯管弹簧的长度，可用铁丝拴牢弹簧的一端，拉到合适的位置，如图 5-24 所示；

图 5-23　插到管内

图 5-24　拉到合适位置

（3）用两手抓住弯管弹簧的两端位置，用力弯管子或使用膝盖顶住被弯曲部位，逐渐煨出所需要的弯度，如图 5-25 所示。

图 5-25　弯到所需位置

（4）取出弯管器。

☞**注意：**不能用力过快过猛，以免 PVC 管发生撕裂损坏。

对于直径在 32 mm 以上的管路，使用弯管弹簧会有一定的困难，这时可以使用热煨法，首先将弯管弹簧插入管内，对规格较大的管路，没有配套的弯管弹簧时，可以把细砂灌入管内并震实，堵好两端管口，用电炉或热风机对需要弯曲的部位进行均匀加热，加热到可以弯曲时，将管子的一端固定在平整的木板上，逐步煨出所需要的弯度，然后用湿布抹擦弯曲部位使其冷却定型。

使用弯管器制作出来的线管拐弯如图 5-26 所示。

在综合布线实训时，对于 Φ40 PVC 管可以使用成品弯头进行拐弯操作，如图 5-27 所示。

图 5-26　线管拐弯

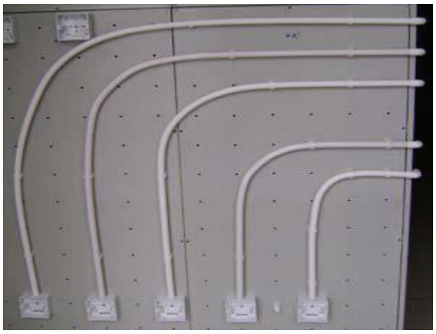


图 5-27　成品弯头拐弯

5.2.8　线槽拐弯

在安装线槽布线施工中遇到拐弯情况时，一般有两种方法，第一种是使用现有的弯头、三通、阴角、阳角等材料，另一种就是根据现场情况自制接头。

图 5-28 表示了使用成品弯头零件和材料进行线槽拐弯处理。

（a）使用三通连接　　（b）使用阴角连接　　（c）使用阳角连接

图 5-28　成品弯头线槽拐弯

图 5-29 表示了自制接头方式进行线槽拐弯的处理。

（a）三通连接　　（b）阴角连接　　（c）阳角连接

图 5-29　自制接头线槽拐弯

5.2.9　支架固定

在综合布线工程中，经常需要用到支架来固定桥架或连接钢缆等情况。安装支架时首先确定安装支架的用途，然后再进行安装。具体安装步骤如下：

（1）确定安装支架的用途和位置。

（2）准备支架、螺钉等材料和工具。

（3）确认支架安装方式。

（4）固定支架，用 M6×16 螺栓把支架固定在实训装置的墙面上。首先要注意支架上下垂直，承载面要平衡；其次布局要合理，不要过多或过少。图 5-30 所示为各种常见支架的固定方式。

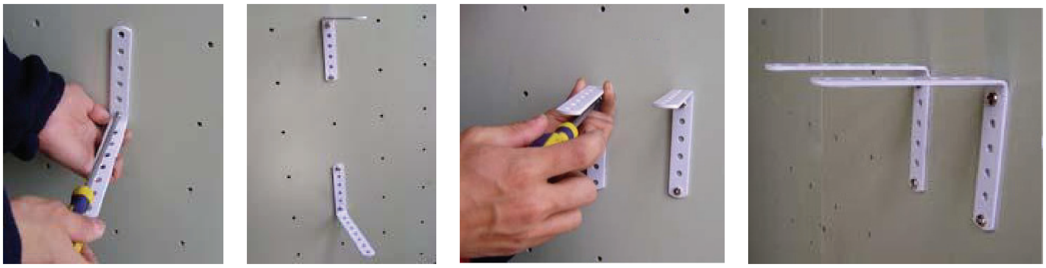


图 5-30　常见支架固定方式

第 6 章　网络配线技术

6.1　网络配线基本操作

在使用配线实训装置产品前，首先将网络跳线测试仪和网络压接线实训仪器的电源线插在设备电源插座上，然后接通电源。网络跳线测试前打开网络跳线测试仪的电源开关，进行测试实训。压接线实训前打开网络压接线实训仪器的电源开关。

6.1.1　网络跳线测试仪的使用

仪器面板安装有 64 个指示灯和 8 个 RJ-45 网络插口。每 2 个 RJ-45 网络插口对应 8 组 16 个指示灯，能够同时测试 4 根网络跳线的全部线序情况，指示灯直观、持续地显示网络跳线连接状况和线序。

将已经制作好跳线两端的 RJ-45 头分别插入测试仪上下对应的插口中，观察测试仪指示灯的闪烁顺序。具体显示结果如下：

当直线配线时，每芯线对应的上下 2 个指示灯按照 12345678 的顺序同时反复闪烁；

当交叉配线时，每芯线对应的上下 2 个指示灯按照实际交叉的顺序反复闪烁；

当错误配线时，每芯线对应的上下 2 个指示灯按照实际配线的顺序反复闪烁；

当 1 个或多个线芯断线或未压紧时，对应端口的指示灯不亮。

6.1.2　RJ-45 水晶头的端接原理

利用压线钳的机械压力使 RJ-45 水晶头中的刀片首先压破线芯绝缘护套，然后再压入铜线芯中，实现刀片与铜线芯的长期电气连接。每个 RJ-45 水晶头中有 8 个刀片，每个刀片与 1 个线芯连接。

注意观察可发现，压接后 8 个刀片比压接前低。图 6-1 为 RJ-45 水晶头刀片压线前的位置图，图 6-2 为 RJ-45 水晶头刀片压线后的位置图。

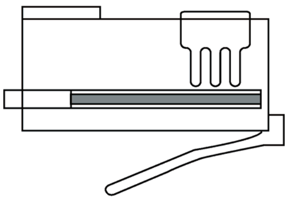


图 6-1　RJ-45 水晶头刀片端接前的位置图

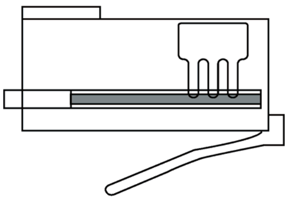


图 6-2　RJ-45 水晶头刀片端接后的位置图

6.1.3　RJ-45 水晶头端接和跳线制作步骤

（1）剥开双绞线外绝缘护套。

剪裁掉端头破损的双绞线，使用专门的剥线剪或者压线钳沿双绞线外皮旋转一圈，剥去约 30 mm 的外绝缘护套，如图 6-3 和图 6-4 所示。

图 6-3　剥开双绞线外绝缘护套图

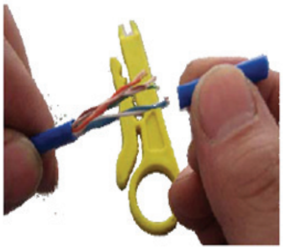


图 6-4　抽取双绞线外绝缘护套图

☞**注意：**不能损伤 8 根线芯的绝缘层，更不能损伤任何一根铜线芯。

（2）拆开 4 对双绞线。

将端头已经抽去外皮的双绞线按照对应颜色拆开成为 4 对单绞线。拆开 4 对单绞线时，必须按照绞绕顺序慢慢拆开，同时保护 2 根单绞线不被拆开和保持比较大的曲率半径，图 6-5 所示为正确的操作结果。不允许硬拆线对或者强行拆散，形成比较小的曲率半径，图 6-6 表示已经将一对绞线硬折成很小的曲率半径。

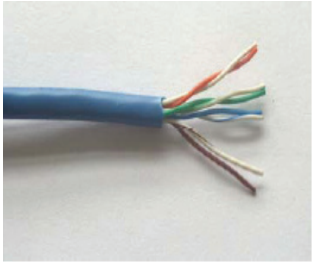


图 6-5　拆开 4 对双绞线的正确结果

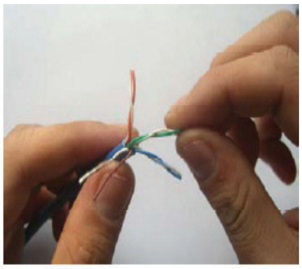


图 6-6　一对绞线硬折成很小的曲率半径

（3）拆开单绞线。

将 4 对单绞线分别拆开。注意 RJ-45 水晶头制作和模块压接线时线对拆开的方式和长度不同。

RJ-45 水晶头制作时注意，双绞线的接头处拆开的长度不应超过 20 mm，压接好水晶头后拆开线芯长度必须小于 14 mm，过长会引起较大的近端串扰。

模块压接时，双绞线压接处拆开线段长度应该尽量短，能够满足压接就可以了，不能为了压接方便拆开线芯很长，过长会引起较大的近端串扰。

（4）拆开单绞线和 8 芯线排好线序。

把 4 对单绞线分别拆开，同时将每根线轻轻捋直，按照 568B 线序水平排好，在排线过程中注意从线端开始，至少 10 mm 导线之间不应有交叉或者重叠。568B 线序为白橙，橙，

白绿，蓝，白蓝，绿，白棕，棕，如图 6-7 所示。

（5）剪齐线端。

把整理好线序的 8 根线端头一次剪掉，留 14 mm 长度，如图 6-8 所示。

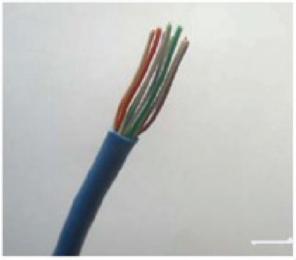


图 6-7 8 芯线排好线序

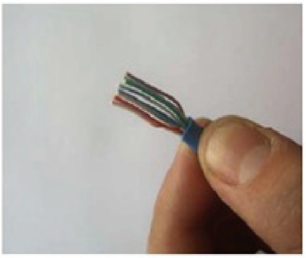


图 6-8 剪齐线端

（6）插入 RJ-45 水晶头和压接。

把水晶头刀片一面朝自己，将白橙线对准第一个刀片插入 8 芯双绞线，每芯线必须对准一个刀片，插入 RJ-45 水晶头内，保持线序正确，而且一定要插到底。然后放入压线钳对应的刀口中，用力一次压紧，如图 6-9 和图 6-10 所示。

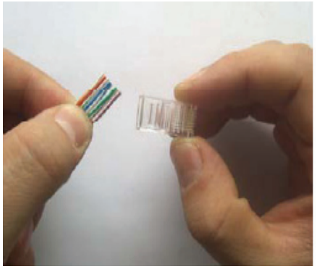


图 6-9 插入 RJ-45 水晶头

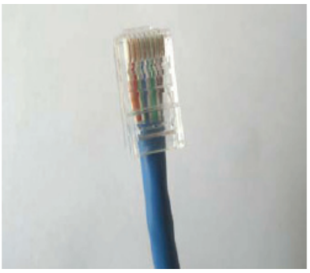


图 6-10 压接后的 RJ-45 水晶头

重复步骤 1 到步骤 6，完成另一端水晶头制作，这样就完成了一根网络跳线。

（7）网络跳线测试。

把跳线两端 RJ-45 头分别插入测试仪上下对应的插口中，观察测试仪指示灯闪烁顺序。

如果跳线线序和压接正确，上下对应的 8 组指示灯会按照 1-1，2-2，3-3，4-4，5-5，6-6，7-7，8-8 的顺序轮流重复闪烁；

如果有一芯或者多芯没有压接到位，对应的指示灯不亮；

如果有一芯或者多芯线序错误，对应的指示灯将显示错误的线序。

6.1.4 压接线实训仪的使用

网络压接线实训仪能够进行网络双绞线配线端接实训，每台设备每次端接 6 根双绞线的两端，每根双绞线两端各端接线 8 次，每次实训每人端接线 96 次。

每芯线端接有对应的指示灯，直观和持续地显示端接连接状况和线序，共有 96 个指示灯分 48 组，同时显示 6 根双绞线的全部端接情况，能够直观判断网络双绞线端接时出现的跨接、反接、短路、断路等故障。

进行网络模块端接实训前，将网络压接线实训仪的电源开关打开，将网线两头剥开后，用网络压线钳将线芯按照线序，逐个上下对应压到跳线架模块中，观察测试仪指示灯闪烁情况。

具体操作显示如下：

（1）线序和端接正确时，上下对应指示灯亮；

（2）线芯端接不良或断线时，上下对应的指示灯不亮；

（3）线序端接错误时，上下对应的指示灯按照实际线序亮。

6.2　模块端接

6.2.1　模块端接的原理

利用压线钳的机械压力将双绞线的 8 根线芯逐一压接到模块的 8 个接线口刀片中，在快速压接过程中刀片首先快速划破线芯绝缘护套，然后与铜线芯紧密接触，利用刀片的弹性实现刀线钳前端的小刀片裁剪掉多余的线头。图 6-11 为压线前刀片的位置，图 6-12 为压线后刀片与线芯的位置图。

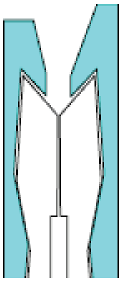


图 6-11　压线前刀片的位置图

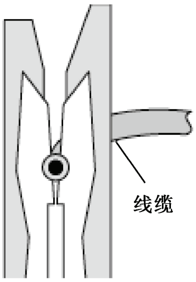


图 6-12　压线后刀片与线芯的位置图

6.2.2　模块端接的方法和步骤

（1）剥开双绞线外绝缘护套。

剪裁掉端头破损的双绞线，使用专门的剥线剪或者压线钳沿双绞线外皮旋转一圈，剥去约 30 mm 的外绝缘护套，如图 6-13 和 6-14 所示。

图 6-13　剥开双绞线外绝缘护套图

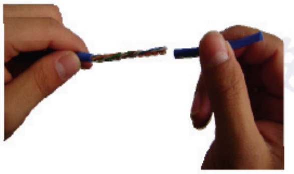


图 6-14　抽取双绞线外绝缘护套图

☞**注意：**不能损伤 8 根线芯的绝缘层，更不能损伤任何一根线芯。

（2）拆开 4 对双绞线。

将端头已经抽去外皮的双绞线按照对应颜色拆开成为 4 对单绞线。拆开 4 对单绞线时，必须按照绞绕顺序慢慢拆开，同时保护 2 根单绞线不被拆开和保持比较大的曲率半径，图 6-15 所示为正确的操作结果。不允许硬拆线对或者强行拆散，形成比较小的曲率半径，图 6-16 表示已经将一对绞线硬折成很小的曲率半径。

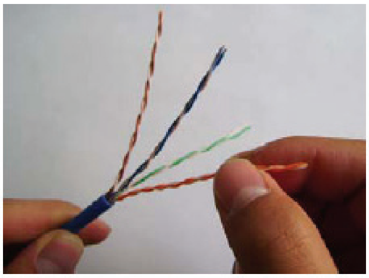


图 6-15　拆开 4 对双绞线正确结果

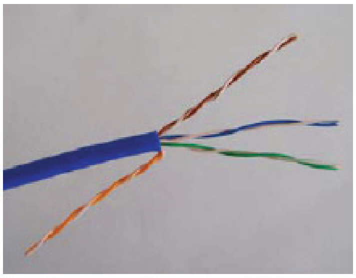


图 6-16　一对绞线硬折成很小的曲率半径

（3）拆开单绞线和端接。

根据线序和模块刀口位置分别拆开单绞线，把线芯按照线序逐一放到对应的模块刀口。

用压线钳快速压紧，在压接过程中利用压线钳前端的小刀片裁剪掉多余的线头，盖好防尘罩。

进行网络模块和 5 对连接块端接时，必须按照端接顺序和位置把每对绞线拆开并且端接到对应的位置，每对绞线拆开绞绕的长度越小越好，特别在 6 类、7 类系统端接时非常重要，直接影响永久链路的测试结果和传输速率。

图 6-17、图 6-18 和图 6-19 表示 RJ-45 模块的端接过程。

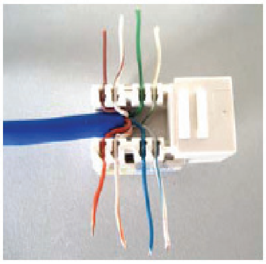


图 6-17　RJ-45 模块

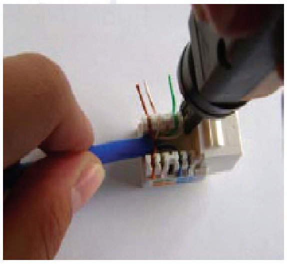


图 6-18　压接并剪掉多余线头

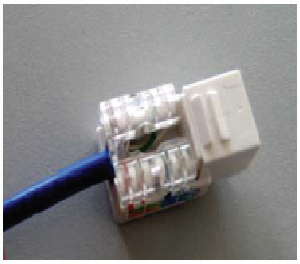


图 6-19　盖好防尘罩

图 6-20、图 6-21 和图 6-22 表示 5 对连接块的端接过程。

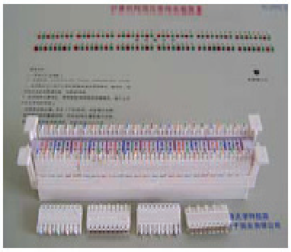


图 6-20　5 对连接块

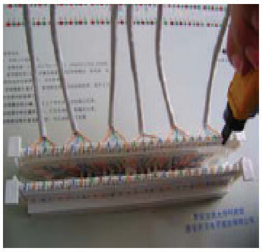


图 6-21　压接 5 对连接块

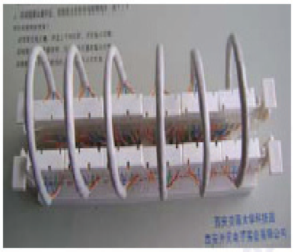


图 6-22　全部压好盖帽

6.3　网络配线实训

实训一　标准网络机柜和设备安装实训

【实训目的】

（1）掌握标准网络机柜和设备的安装；

（2）认识常用网络综合布线系统工程的器材和设备；

（3）掌握网络综合布线的常用工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）设计网络机柜内设备的安装施工图；

（2）完成开放式标准网络机架的安装；

（3）完成 1 台 19 寸 7U 网络压接线实训仪的安装；

（4）完成 1 台 19 寸 7U 网络跳线测试实训仪的安装；

（5）完成 2 个 19 寸 1U 24 口标准网络配线架的安装；

（6）完成 2 个 19 寸 1U 110 型标准通信跳线架的安装；

（7）完成 2 个 19 寸 1U 标准理线环的安装；

（8）完成电源的安装。

【实训设备、材料和工具】

（1）开放式网络机柜底座 1 个，立柱 2 个，帽子 1 个，电源插座和配套螺钉。

（2）1 台 19 寸 7U 网络压接线实训仪。

（3）1 台 19 寸 7U 网络跳线测试实训仪。

（4）2 个 19 寸 1U 24 口标准网络配线架。

（5）2 个 19 寸 1U 110 型标准通信跳线架。

（6）2 个 19 寸 1U 标准理线环。

（7）配套螺钉、螺母。

（8）配套十字头螺丝刀、活扳手、内六方扳手。

【实训步骤】

（1）设计网络机柜施工安装图。参考西元网络配线实训设备的结构，用 Auto CAD 或 Visio 软件设计机柜设备安装位置图，如图 6-23 所示。

（2）器材和工具准备。将设备开箱，按照装箱单检查数量和规格。

（3）机柜安装。按照开放式机柜的安装图纸把底座、立柱、帽子、电源等进行装配，保证立柱安装垂直，牢固。

（4）设备安装。按照第一步设计的施工图纸安

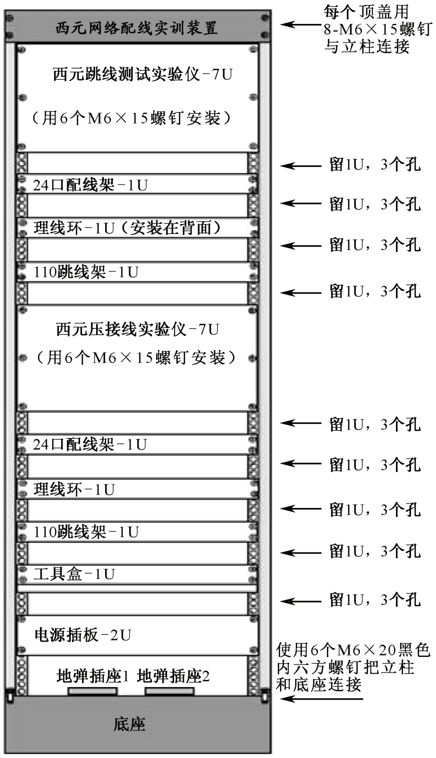


图 6-23　网络机柜施工安装图

装全部设备。保证每台设备位置正确，左右整齐和平直。

（5）检查和通电。设备安装完毕后，按照施工图纸仔细检查，确认全部符合施工图纸后接通电源测试。

【实训报告】

（1）完成网络机柜设备安装施工图的设计；

（2）总结机柜设备安装的流程和要点；

（3）写出标准 U 机柜和 1U 设备的规格和安装孔尺寸。

实训二　网络模块端接实训

【实训目的】

（1）掌握网线的色谱、剥线方法、预留长度和压接顺序；

（2）掌握通信配线架模块的端接原理和方法，常见端接故障的排除；

（3）掌握常用工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）完成 6 根网线的两端剥线，不允许损伤线缆铜芯，长度合适；

（2）完成 6 根网线的两端端接，共端接 96 芯线，端接正确率 100%；

（3）排除端接中出现的开路、短路、跨接、反接等常见故障；

（4）2 人一组，2 课时完成。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）实训材料包 1 个。内装长度 500 mm 的网线 6 根；

（3）剥线器 1 把，打线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）实训材料和工具，准备网线。

（2）剥开外绝缘护套，利用剥线器将双绞线一端剥去外绝缘护套 2 cm，在剥护套过程中不能对线芯的绝缘层或者线芯造成损伤或者破坏。

（3）拆开 4 对双绞线，按照对应颜色拆开成 4 对单绞线。拆开成 4 对单绞线时，必须按照绞绕顺序慢慢拆开，同时保护 2 根单绞线不被拆开和保持比较大的曲率半径，不能强行拆散或者硬折线对，造成比较小的曲率半径。

（4）拆开单绞线，将 4 对单绞线分别拆开。

（5）打开网络压接线实训仪电源。

（6）按照线序放入端接口并且端接。首先将网线一端的 8 根线放入实训仪下面对应接线口，然后逐一压接到连接块的刀口中，实现电气连接。端接顺序按照 568B 从左到右依次为“白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕”。

（7）另一端端接重复步骤（6），将网线另一端 8 芯线逐一压接到实训仪上面对应的连接块刀口中，实现电气连接，如图 6-24 所示。

（8）故障模拟和排除。在端接每根线时，注意观察对应的指示灯：如果端接正确，对应的指示灯直观显示。如果出现错误，对应的指示灯也会立即显示，此时应及时排除端接过程

中出现的故障。也可以人为模拟故障。

（9）重复以上操作，完成全部 6 根网线的端接。

在压接过程中，必须仔细观察对应的指示灯。如果压接完线芯后对应指示灯不亮，则说明上下两排中有一芯线没有压接好，必须重复压接，直到指示灯亮。如果压接完线芯对应指示灯不亮，但有错位的指示灯亮，则表明上下两排中有一芯线序压错位，必须拆除错位的线芯，重复在正确位置压接，直到对应的指示灯亮。

正确位置压接效果图如图 6-25 所示。

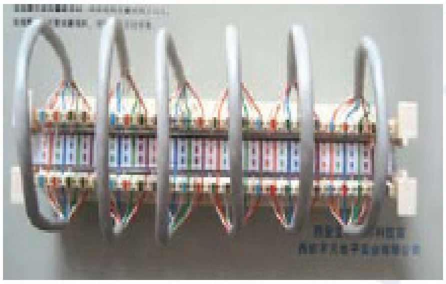


图 6-24　连接示意图

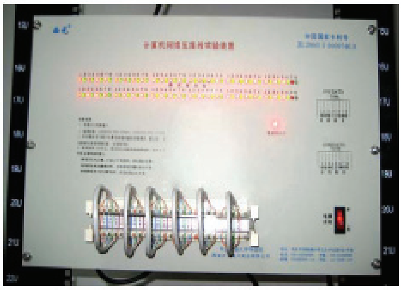


图 6-25　正确位置压接效果图

【实训报告】

（1）写出网络线 8 芯色谱和 568B 端接线顺序；

（2）写出模块端接原理；

（3）写出压线钳操作注意事项。

实训三　网络配线架端接实训

【实训目的】

（1）熟练掌握 RJ-45 网络配线架模块端接方法；

（2）掌握通信跳线架模块端接原理和方法；

（3）掌握常用工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）完成 6 根网线的端接，一端与 RJ-45 水晶头端接，另一端与通信配线架模块端接。

（2）完成另 6 根网线的端接，一端与 RJ-45 网络配线架模块端接，另一端与通信跳线架模块端接。

（3）排除端接中出现的开路、短路、跨接、反接等常见故障。

（4）2 人一组，2 课时完成。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）实训材料包 1 个，500 mm 网线 12 根，RJ-45 水晶头 6 个；

（3）剥线器 1 把，打线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）从实训材料包中取出 2 根网线，打开压接线实训仪电源。

（2）完成第 1 根网线端接，网线一端与 RJ-45 水晶头端接，另一端与通信跳线架模块端接。

（3）完成第 2 根网线端接，形成链路把网线一端与配线架模块端接，另一端与通信跳线架模块端接。这样就形成了一个网络链路，对应指示灯直观显示线序，如图 6-26 所示。

（4）端接过程中，仔细观察指示灯，及时排除端接中出现的开路、短路、跨接、反接等常见故障。

（5）重复以上步骤完成其余 5 根网线的端接，如图 6-27 所示。

【实训报告】

（1）写出 568A 和 568B 端接线顺序；

（2）写出网络配线架模块端接线的原理；

（3）总结出网络配线架模块端接的方法和注意事项。

图 6-26　指示灯直观显示线序

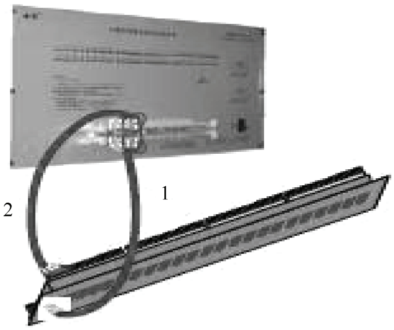


图 6-27　网线的端接

实训四　110 型通信跳线架端接实训

【实训目的】

（1）熟练掌握通信跳线架模块端接方法；

（2）掌握网络配线架模块端接方法；

（3）掌握常用工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）完成 6 根网线端接，一端与 RJ-45 水晶头端接，另一端与通信跳线架模块的端接；

（2）完成另 6 根网线端接，一端与网络配线架模块端接，另一端与通信跳线架模块下层端接；

（3）完成 6 根网线端接，两端与两个通信跳线架模块上层端接；

（4）排除端接中出现的开路、短路、跨接、反接等常见故障；

（5）2 人一组，2 课时完成。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）实训材料包 1 个，500 mm 网线 18 根，RJ-45 水晶头 6 个；

（3）剥线器 1 把，打线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）从实训材料包中取出 3 根网线，打开压接线实训仪电源。

（2）完成第 1 根网线端接，一端与 RJ-45 水晶头端接，另一端与通信跳线架模块端接。

（3）完成第 2 根网线端接，一端与网络配线架模块端接，另一端与通信跳线架模块下层端接。

（4）完成第 3 根网线端接，把两端分别与两个通信跳线架模块的上层端接。这样就形成了一个有 6 次端接的网络链路，对应的指示灯直观显示线序，如图 6-28 所示。

（5）在端接过程中，仔细观察指示灯，及时排除端接中出现的开路、短路、跨接、反接等常见故障，如图 6-29 所示。

（6）重复第 1 到第 5 步完成其余 5 根网线端接，如图 6-30 所示。

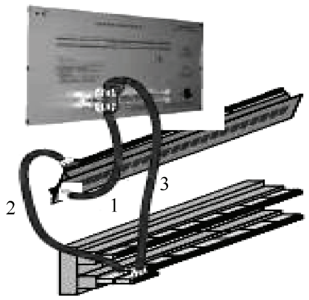


图 6-28　指示灯直观显示线序

图 6-29　排查端接中的常见故障

图 6-30　完成其余 5 根网线的端接

【实训报告】

（1）写出通信跳线架模块端接线方法；

（2）写出网络配线架模块端接线方法；

（3）总结出通信跳线架模块和网络配线架模块的端接经验。

实训五　RJ-45 水晶头端接、跳线制作和测试

【实训目的】

（1）掌握 RJ-45 水晶头和网络跳线的制作方法和技巧；

（2）掌握网线的色谱、剥线方法、预留长度和压接顺序；

（3）掌握各种 RJ-45 水晶头和网络跳线的测试方法；

（4）掌握网线压接常用的工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）完成网线的两端剥线，不允许损伤线缆铜芯，长度合适；

（2）完成 4 根网络跳线制作实训，共计压接 8 个 RJ-45 水晶头；

（3）要求压接方法正确，每次压接成功，压接线序检测正确，正确率 100%；

（4）2 人一组。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）RJ-45 水晶头 8 个，500 mm 网线 4 根；

（3）剥线器 1 把，压线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）剥开双绞线外绝缘护套。

首先剪裁掉端头破损的双绞线，使用专门的剥线剪或者压线钳沿双绞线外皮旋转一圈，剥去约 30 mm 的外绝缘护套，如图 6-31 和图 6-32 所示。（特别注意不能损伤 8 根线芯的绝缘层，更不能损伤任何一根铜线芯。）

图 6-31　剥开双绞线外绝缘护套图

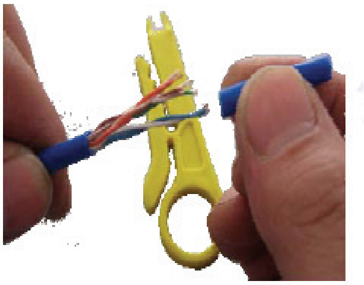


图 6-32　抽取双绞线外绝缘护套图

（2）拆开 4 对双绞线。

将端头已经抽去外皮的双绞线按照对应颜色拆开成为 4 对单绞线。拆开成 4 对单绞线时，必须按照绞绕顺序慢慢拆开，同时保护 2 根单绞线不被拆开和保持比较大的曲率半径，图 6-33 显示的是正确的操作结果。不允许硬拆线对或者强行拆散，形成比较小的曲率半径，图 6-34 表示右手已经将一对绞线硬折成很小的曲率半径。

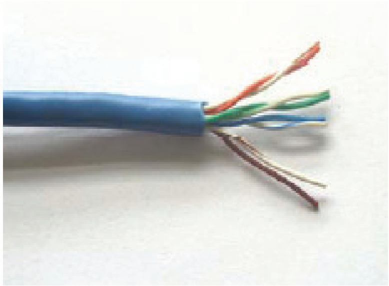


图 6-33　拆开 4 对双绞线的正确结果

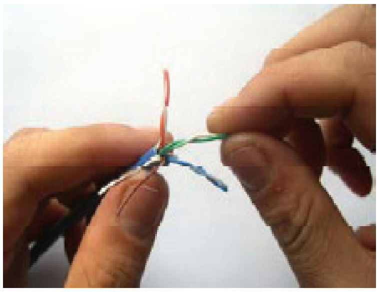


图 6-34　一对绞线被硬折成很小的曲率半径

（3）拆开单绞线。

将 4 对单绞线分别拆开。注意 RJ-45 水晶头制作和模块压接线时线对拆开方式和长度不同。制作 RJ-45 水晶头时注意，双绞线的接头处拆开线段的长度不应超过 20 mm，压接好水晶头后拆开线芯长度必须小于 14 mm，过长会引起较大的近端串扰。

模块压接时，双绞线压接处拆开线段长度应该尽量短，能够满足压接就可以了，不能为了压接方便拆开很长的线芯，过长会引起较大的近端串扰。

（4）拆开单绞线和 8 芯线排好线序。

把 4 对单绞线分别拆开，同时将每根线轻轻捋直，按照 568B 的线序水平排好，在排线过程中注意从线端开始，至少 10 mm 导线之间不应有交叉或者重叠。568B 线序为白橙，橙，白绿，蓝，白蓝，绿，白棕，棕，如图 6-35 所示。

（5）剪齐线端。

把整理好线序的 8 根线端头一次剪掉，留 14 mm 长度，如图 6-36 所示。

图 6-35　8 芯线排好线序

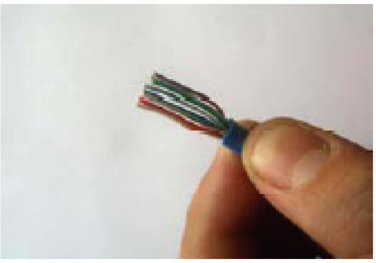


图 6-36　剪齐线端

（6）插入 RJ-45 水晶头和压接。

把水晶头刀片一面朝自己，将白橙线对准第一个刀片插入 8 芯双绞线，每芯线必须对准一个刀片，插入 RJ-45 水晶头内，保持线序正确，而且一定要插到底。然后放入压线钳对应的刀口中，用力一次压紧，如图 6-37 和图 6-38 所示。

重复第 1 步到第 5 步，完成另一端水晶头制作，这样就完成一根网络跳线了。

（7）网络跳线测试。

把跳线两端 RJ-45 头分别插入测试仪上下对应的插口中，观察测试仪指示灯的闪烁顺序，如图 6-39 所示。568B 线序为白橙，橙，白绿，蓝，白蓝，绿，白棕，棕。如果跳线线序和压接正确，上下对应的 8 组指示灯会按照 1-1，2-2，3-3，4-4，5-5，6-6，7-7，8-8 顺序轮流重复闪烁；如果有一芯或者多芯没有压接到位，对应的指示灯不亮；如果有一芯或者多芯线序错误，对应的指示灯将显示错误的线序。

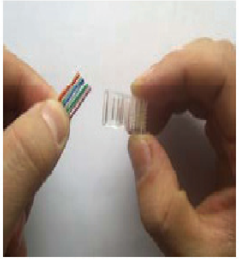


图 6-37　插入 RJ-45 水晶头

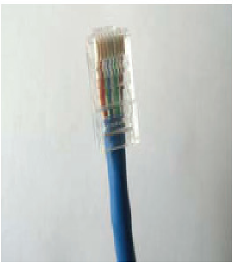


图 6-38　压接后 RJ-45 水晶头

图 6-39　跳线测试

【实训报告】

（1）写出网线 8 芯色谱和 568B 端接线顺序；

（2）写出 RJ-45 水晶头端接线的原理；

（3）总结出网络跳线的制作方法和注意事项。

实训六　简单链路实训

【实训目的】

（1）掌握网络永久链路；

（2）掌握网络跳线制作方法和技巧；

（3）掌握网络配线架的端接方法；

（4）熟练掌握网络端接常用工具和操作技巧。

【实训要求】

（1）完成 4 根网络跳线制作，一端插在实训仪 RJ-45 口中，另一端插在配线架 RJ-45 口中；

（2）完成 4 根网络线端接，一端 RJ-45 水晶头端接并且插在实训仪中，另一端在网络配线架模块端接；

（3）完成 4 个网络链路，每个链路端接 4 次 32 芯线，端接正确率 100%；

（4）2 人一组，2 课时完成。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）RJ-45 水晶头 12 个，500 mm 网线 8 根；

（3）剥线器 1 把，压线钳 1 把，打线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）从实训材料包中取出 3 个 RJ-45 水晶头、2 根网线。

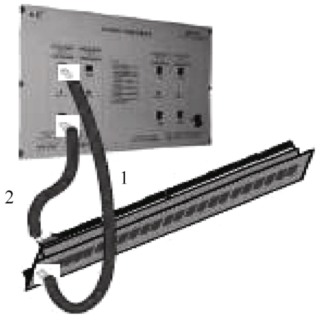


图 6-40　简单链路端接路由

（2）打开网络配线实训装置上的网络跳线测试仪电源。

（3）按照 RJ-45 水晶头的制作方法，制作第 1 根网络跳线，两端 RJ-45 水晶头端接。测试合格后将一端插在测试仪 RJ-45 口中，另一端插在配线架 RJ-45 口中。

（4）把第 2 根网线一端首先按照 568B 线序做好 RJ-45 水晶头，然后插在测试仪 RJ-45 口中。

（5）把第 2 根网线另一端剥开，将 8 芯线拆开，按照 568B 线序端接在网络配线架模块中。这样就形成了一个 4 次端接的永久链路，如图 6-40 所示。

（6）测试压接好模块后，这时对应的 8 组 16 个指示灯依次闪烁，显示线序和电气连接情况，如图 6-41 所示。

（7）重复以上步骤，完成 4 个网络的链路和测试，如图 6-42 所示。

【实训报告】

（1）设计一个带 CP 集合点的综合布线永久链路图；

（2）总结永久链路的端接技术，如 568A 和 568B 端接线顺序和方法；

（3）总结 RJ-45 模块和 5 对连接模块的端接方法。

图 6-41　指示灯显示线序和电气连接情况

图 6-42　完成 4 个网络的链路和测试

实训七　复杂链路实训

【实训目的】

（1）设计复杂的永久链路图；

（2）熟练掌握 110 通信跳线架和 RJ-45 网络配线架的端接方法；

（3）掌握永久链路的测试技术。

【实训要求】

（1）完成 4 根网络跳线制作，一端插在测试仪 RJ-45 口中，另一端插在配线架 RJ-45 口中；

（2）完成 4 根网线端接，一端端接在配线架模块中，另一端端接在通信跳线架连接块下层；

（3）完成 4 根网线端接，一端 RJ-45 水晶头端接并且插在测试仪中，另一端端接在通信跳线架连接块上层；

（4）完成 4 个网络永久链路，每个链路端接 6 次 48 芯线，端接正确率 100%；

（5）2 人一组，2 课时完成。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络配线实训装置；

（2）实训材料包 1 个，RJ-45 水晶头 12 个，500 mm 网线 12 根；

（3）剥线器 1 把，压线钳 1 把，打线钳 1 把，钢卷尺 1 个。

【实训步骤】

（1）准备材料和工具，打开电源开关。

（2）按照 RJ-45 水晶头的制作方法，制作第 1 根网络跳线，两端 RJ-45 水晶头端接。测试合格后将一端插在测试仪下部的 RJ-45 口中，另一端插在配线架 RJ-45 口中。

（3）把第 2 根网线一端按照 568B 线序端接在网络配线架模块中，另一端端接在 110 通信跳线架下层，并且压接好 5 对连接模块。

（4）把第 3 根网线一端端接好 RJ-45 水晶头，插在测试仪上部的 RJ-45 口中，另一端端接在 110 通信跳线架模块上层，端接时对应指示灯直观显示线序和电气连接情况。

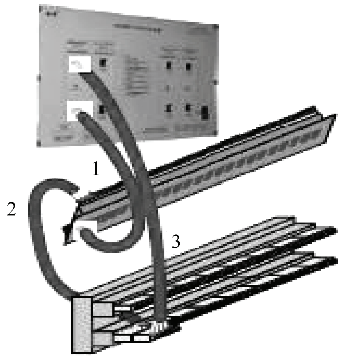


图 6-43　复杂链路端接路由

完成上述步骤就形成了有 6 次端接的一个永久链路，如图 6-43 所示。

（5）测试压接好的模块时，对应的 8 组 16 个指示灯依次闪烁，显示线序和电气连接情况，如图 6-44 所示。

（6）重复以上步骤，完成 4 个网络永久链路和测试，如图 6-45 所示。

（7）永久链路技术指标测试，把永久链路的两个 RJ-45 插头，插入专业的网络测试仪器，就能够直接测量出这个链路的各项技术指标了。

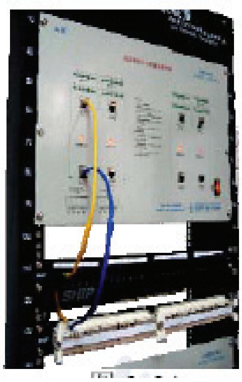


图 6-44　指示灯显示线序和电气连接情况

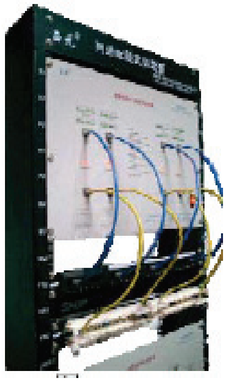


图 6-45　完成 4 个网络永久链路和测试

GB 50311 中规定的永久链路 11 项技术参数如下：

- 最小回波损耗值；
- 最大插入损耗值；
- 最小近端串扰值；
- 最小近端串扰功率；
- 最小 ACR 值；
- 最小 PSACR 值；
- 最小等电平远端串扰值；
- 最小 PS ELFEXT 值；
- 最大直流环路电阻；
- 最大传播时延；
- 对齐最大传播时延偏差。

【实训报告】

（1）设计 1 个复杂的永久链路图；

（2）总结永久链路的端接和施工技术；

（3）总结网络链路端接的种类。

第 7 章　工作区子系统布线

7.1　工作区子系统的设计规范

工作区是一个可以独立设置终端设备的区域，它包括水平配线系统的信息插座、连接信息插座和终端设备的跳线及适配器。工作区的服务面积一般可按 5～10 m^2 估算，工作区内信息点的数量根据相应的设计等级要求设置（1～5 个）。工作区的每个信息插座都应该支持电话机、数据终端、计算机及监视器等终端设备。同时，为了便于管理和识别，有些厂家的信息插座做成多种颜色（如黑、白、红、蓝、绿、黄），这些颜色的设置应符合 TIA/EIA 606 标准。

1．工作区子系统设计规范的规定

（1）每个工作区信息插座模块（电、光）数量不宜少于 2 个，并满足各种业务的需求。

（2）底盒数量应由插座盒面板设置的开口数确定，每个底盒支持安装的信息点数量不宜大于 2 个。

（3）光纤信息插座模块安装的底盒大小应充分考虑到水平光缆（2 芯或 4 芯）端接处的光缆盘留空间和满足光缆对弯曲半径的要求。

（4）工作区的信息插座模块应支持不同的终端设备接入，每个 8 位模块通用插座应连接 8 根 4 对双绞电缆，对每个双工或 2 个单工光纤连接器件及适配器连接 1 根 2 芯光缆。

（5）从电信间至每个工作区水平光缆宜按 2 芯光缆配置。

（6）当光纤至工作区满足用户群或大客户使用时，光纤芯数至少应有 2 芯备份，按 4 芯水平光缆配置。

（7）连接至电信间的每根水平电 / 光缆应端接于相应的配线模块，配线模块与缆线容量相适应。

2．统计信息点数量

工作区的信息插座大致可分为嵌入式安装插座、表面安装插座、多介质信息插座三类。其中，嵌入式安装插座和表面安装插座是用来连接 3 类和 5 类双绞线的；多介质信息插座用来连接双绞线光纤，即用以解决用户对“光纤到桌面”的需求。

应根据用途及综合布线的设计等级和客户需要，确定信息插座的类别。一般新建筑物通常采用嵌入式安装的信息插座，现有建筑物则采用表面安装的信息插座。

根据楼宇的平面图计算实际可用的空间，然后按下式确定工作区信息点总数：

$$信息点总数=\sum 每工作区点数 \quad （精确估算）$$

或者

信息点总数=总面积÷每工作区面积×信息点系数　（平均估算）

这里每工作区面积一般为 10 m^2，信息点系数取 1～5。

3．RJ-45 铜缆跳线

传统的语音通信采用 RJ-11 插头，而网络数据通信采用 RJ-45 插头。由于 RJ-45 插座也兼容 RJ-11 插头，所以目前的综合布线一般只布 RJ-45 插座。

RJ-45 插座有两个国际标准：T568A（符合 ISDN 国际标准）和 T568B（ALT，在北美洲广泛应用），两者外观一样，只是线的排列次序不同。

T568A（或称 A 类打线）的排列顺序为：绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白、棕。

T568B（或称 B 类打线）的排列顺序为：橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕。

它们都使用 1, 2, 3, 6 针通信（1, 2 针发送，3, 6 针接收），只是橙、绿顺序颠倒。所以，若跳线一头采用 T568A，另一头采用 T568B，则刚好是反跳线；若两头采用同一打线方法，即为普通跳线。

注意：在整个工程中，一定要采用一种打线方法，不可混用。我们建议采用 T568B 标准的打线。另外，RJ-11 采用 2, 3 针通信，相当于 RJ-45 的 4, 5 针。

7.2　工作区子系统的安装要求

工作区信息插座的安装要符合下列规定：

（1）安装在地面上的接线盒应防水和抗压；

（2）安装在墙面或柱子上的信息插座底盒、多用户信息插座盒，以及集合点配线箱体的底部离地面的高度宜为 300 mm。

工作区的电源应符合下列规定：

（1）每个工作区至少应配置 1 个 220 V 交流电源插座；

（2）工作区的电源插座应选用带保护接地的单相电源插座，保护接地与零线应严格分开。

模拟办公室等工作区的综合布线系统实训，能够进行以下实训项目：

（1）实训前进行工作区子系统的规划和设计，计算和领取实训需要的材料和工具；

（2）各种单口网络、双口网络、多口网络、电话底盒、模块、面板的安装和穿线，以及压接模块实训；

（3）工作区墙面—底盒、地面—底盒之间线槽和线管的固定；

（4）接口—工作台之间跳线的制作、测试和连接。

7.3　工作区子系统布线实训

实训一　信息点统计

【实训目的】

通过对教学楼工作区信息点的统计，学会统计建筑物信息点的方法。

【实训要求】

（1）会制作信息点数量统计表；

（2）能正确填写信息统计表。

【实训设备】

（1）综合布线模拟装置；

（2）安装有电子表格的计算机。

【实训步骤】

信息点数量和位置的规划设计非常重要，直接决定项目投资规模。一般使用 Excel 工作表或 Word 表格设计信息点统计表。主要设计和统计建筑物的数据、语音、控制设备等信息点数量。

1）设计工作区信息点

设计工作区信息点时，按以下三步进行：

（1）计算信息点引出插座数量。

（2）确定信息点引出插座的类型。需求分析首先从整栋建筑物的用途开始进行，然后按照楼层进行分析，最后再到楼层的各个工作区或者房间，逐步明确和确认每层和每个工作区的用途和功能，分析这个工作区的需求，规划工作区的信息点数量和位置。

（3）确定工作区信息点数量。一般情况下，网管中心、呼叫中心、信息中心等终端设备较为密集的场地，以及办公区、会议室、会展中心、商场、生产机房、娱乐场所、体育场馆、候机室、公共设施区、工业生产区信息点的配置，每个工作区需要设置一个计算机网络数据点或者语音电话点，或按用户需要设置。也有部分工作区需要支持数据终端、电视机及监视器等终端设备。常见工作区信息点的配置原则如表 7-1 所示。

表 7-1　常见工作区信息点的配置原则

编号	工作区类型及功能	安 装 位 置	信息点数量	
			数据	语音
1	网管中心、呼叫中心、信息中心等终端设备较为密集的场地	工作台附近的墙面集中布置的隔断或墙面	1 个/工位	1 个/工位
2	集中办公区域的写字楼、开放式工作区等人员密集场所	工作台附近的墙面集中布置的隔断或墙面	1 个/工位	1 个/工位
3	研发室、试制室等科研场所	工作台或试验台处墙面或者地面	1 个/间	1 个/间
4	董事长、经理、主管等独立办公室	工作台处墙面或者地面	2 个/间	2 个/间
5	餐厅、商场等服务业	收银区和管理区	1 个/50 m^2	1 个/50 m^2
6	宾馆标准间	床头或写字台或浴室	4 个/间，写字台	1～3 个/间
7	学生公寓（4 人间）	写字台处墙面	4 个/间	4 个/间
8	公寓管理室、门卫室	写字台处墙面	1 个/间	1 个/间
9	教学楼教室	讲台附近	2 个/间	0
10	住宅楼	书房	1 个/套	2～3 个/套
11	小型会议室/商务洽谈室	主席台处地面或者台面会议桌地面或者台面	2～4 个/间	2 个/间

（续表）

编号	工作区类型及功能	安 装 位 置	信息点数量	
			数据	语音
12	大型会议室，多功能厅	主席台处地面或者台面会议桌地面或者台面	5～10 个/间	2 个/间
13	2000~3000 m^2 中小型卖场	收银区或管理区	1 个/100m^2	1 个/100m^2
14	大于 5000 m^2 的大型超市或者卖场	收银区或管理区	1 个/30～50m^2	1 个/30～50m^2

2）制作信息点统计表

在表格的第一行填写信息点统计表名称，第二行填写楼层编号，第三行填写语音点 TP 和数据点 TO。数据点在左栏，语音点在右栏，对应相应的楼层。每个楼层点两行，一行语音点，一行数据点。同时填写楼层号，楼层号按照第一行为顶层、最后一行为底层的顺序排列。第一列为楼层编号，其余是房间编号。

3）填写信息点数据

根据建筑物实际情况，把每个房间的数据点和语音点数量填写到表格中。填写时要按一定的顺序进行，从顶楼的第一个房间开始，根据需求确定信息点数量。在每个工作区内，首先确定数据信息点数量，然后确定语音信息点数量，同时也要注意其他智能设备（如监制设备等）的需要。房间内不需要设置信息点的，表格内不能留空，用“0”填写。信息点统计表如表 7-2 所示。

表 7-2　XXX 教学楼信息点统计表

房间 / 楼层		x1		x2		x3		x4		x5		x6		x7		合计	
		TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP
三楼	TO																
	TP																
二楼	TO																
	TP																
一楼	TO																
	TP																
总计																	

编写：　　　　审核：　　　　审定：　　　　　　　　　　年　月　日

实训二　编制信息点端口对应表

【实训目的】

一个目的理解信息点端口对应表是综合布线施工的必需文件。它规定了房间编号、每个信息点的编号、配线架编号、端口编号、机柜编号等，主要用于系统管理、施工和后续日常维护。另一个目的是能编制规范的建筑物信息点端口对应表。

【实训要求】

使用 Word 或电子表格，根据建筑物信息点端口对应规则，完成建筑物信息点端口对应表的设计。建筑物信息点端口对应规则如图 7-1 所示。

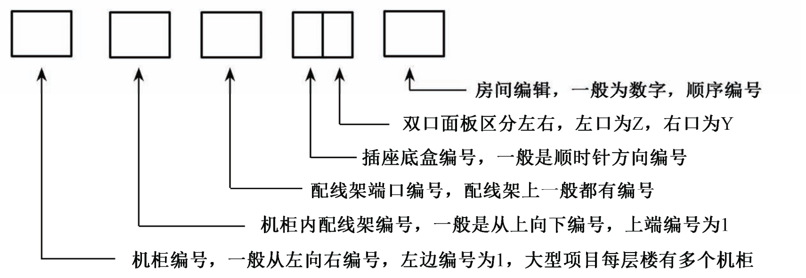


图 7-1　建筑物信息点端口对应规则

【实训步骤】

（1）根据样表，绘制建筑物端口对应表。样表如表 7-3 所示。

表 7-3　建筑物端口对应表样表

项目名称：理学　　　　　　　建筑物名称：　　　　　　楼层：　　　　机柜：　　　　　文件编号：

序号	信息点编号	机柜编号	配线架编号	配线架端口编号	插座底盒编号	房间编号
1	FD1-1-1-1Z-11	FD1	1	1	1	11
2	FD1-1-2-1Y-11	FD1	1	2	1	11
3	FD1-1-3-1-13	FD1	1	3	1	13
4						
5						

编制人签字：　　　　　　　　审核人签字：　　　　　　　　审定人签字：

编制单位：　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　时间：　　　年　月　日

（2）制作教学楼端口对应表。

实训三　网络插座的安装和模块压接

【实训目的】

通过工作区网络插座和模块的安装实训，熟练掌握工作区网络底盒的安装方法和要求，以及常用工具和基本材料的使用方法。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成工作区子系统 4 个网络底盒和模块的安装；

（3）初步掌握现场压接模块的方法和技巧；

（4）初步掌握在常用网络明装塑料底盒的规格和在墙面安装的方法。

【实训设备、材料和工具】

（1）实训设备为网络综合布线实训装置；

（2）明装塑料底盒、网络模块、盖板、固定螺钉等若干；

（3）十字头螺丝刀、压线钳等。

【实训步骤】

（1）根据工作区工作台、操作台等室内布局情况，规划和确定网络插座的安装位置。布线路径为：该工作区的网络机柜—墙面网络插座底盒。

（2）计算和准备实训材料和工具。

（3）安装明装塑料底盒和模块。

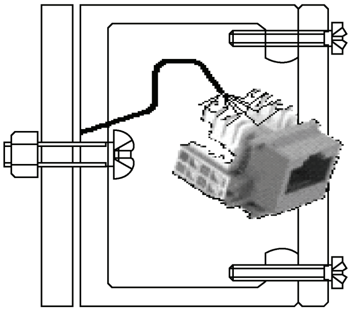


图 7-2　安装方法

（4）详细实训步骤和布线方法如下所述：

① 根据确定的安装数量和位置，准备好实训材料和工具，从货架上取下 M6 螺栓、底盒、盖板、模块、面板等材料和工具备用。

② 在墙面首先安装网络插座底盒。底盒用 1 个 M6 螺栓固定在设计好的墙面位置上，其高度在不超过 600 mm 的位置上。安装方法如图 7-2 所示。

③ 整理网线，重新做好标记。安装好底盒后，将网线掏出，按照该线原来的标记，在 100 mm 处重新做好线缆编号标记后，在 150 mm 处将多余的网线剪掉。

☞**注意：**必须先做新标记，然后再剪掉多余线缆。在底盒内网线预留 150 mm。若预留太长，则底盒内装不下，影响模块和面板的安装；若预留太短，则模块安装困难。

④ 安装网络模块，压接线。将底盒内伸出的网线利用剥线器将双绞线外皮剥去约 20 mm，特别注意不能损伤线芯，并将 4 对线成扇形拨开，顺时针从左至右依次为“白橙 / 橙”、“白蓝 / 蓝”、“白绿 / 绿”、“白棕 / 棕”。

⑤ 再将 8 条芯线按照 568B 接线色谱依白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕的顺序，按照顺时针方向排列整齐。然后用压线钳将 8 条线逐一压接到网络模块对应的端口中。

⑥ 确认压接和线序正确时，盖好模块防尘盖，保护压接好的线芯不脱落。

⑦ 将压接好的模块卡装在面板上，然后安装固定面板的螺钉和盖板。

【实训报告】

（1）写出安装的明装底盒规格；

（2）写出 568B 压接线方法和技巧；

（3）画出工作区布线图。

【拓展知识】

1）86 型插座面板的特性

（1）插座面板为 K86 系列，如图 7-3 所示，其外形尺寸为 86 mm×86 mm。

（2）插座面板可安装 M245 系列超 5 类 RJ-45 插座模块、M256 系列电话插座模块，插座面板还可以安装 S905-1 光纤藕合器、有线电视头等，自由组合成多种多媒体应用。

图 7-3　K86 系列插座面板

2）超 5 类 RJ-45 插座模块

（1）产品特性：超 5 类 RJ-45 插座模块，如图 7-4 所示，是依据国际标准 ISO/IEC11801 和 TIA/EIA568 设计制造的 8 线式插座模块。带印制板结构，确保产品性能的稳定性。采用防尘罩设计，既能有效防止灰尘的进入，又可免接线工具，使用更加灵活方便。

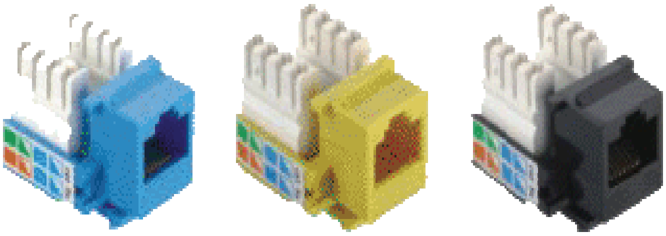


图 7-4　超 5 类 RJ-45 插座模块

（2）产品简介。

IDC：卡接簧片镀锡包镍，卡接可重复次数达 200 次；

寿命：插头插座可重复插拔次数≥750 次；

抗电强度：DC1000V（AC700V）1 min 无击穿和飞弧现象；

整体材料：PCPPO；

技术标准：ISO/IEC11801。

3）RJ-45 水晶头数量的计算方法

RJ-45 水晶头的需求量一般用下式计算：

$$m=n\times4+n\times15\%$$

其中，m 表示 RJ-45 的总需求量；

n 表示信息点的总量；

$n\times15\%$表示留有的富余量。

信息模块的需求量一般为：

$$m=n+n\times3\%$$

其中，m 表示信息模块的总需求量；

n 表示信息点的总量；

$n\times3\%$表示富余量。

实训四　工作区线槽 / 线管布线

【实训目的】

通过工作区子系统的布线实训，了解网络综合布线—工作区子系统的基本原理和要求，以及常用工具和基本材料的使用方法，熟练掌握工作区子系统的设计和布线、施工原则。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成工作区子系统模拟布线实训，合理设计和施工布线系统，路径合理；

（3）掌握工作区子系统线槽 / 线管的接头和三通连接以及大线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（4）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（5）掌握大线槽布线规格和允许布线数量；

（6）每个实训小组由 3～5 人组成，每个小组独立完成以下实训任务。

【实训目标】

（1）掌握在墙面直接安装线管、线槽和穿线的方法；

（2）掌握在墙面安装明装塑料底盒的方法；

（3）掌握墙面模块的安装和压接线的方法和技巧；

（4）掌握布线材料规格和数量的计算方法。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）PVC 塑料线槽和接头、明装塑料底盒、固定螺栓等若干；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀等。

【实训步骤】

（1）根据工作区工作台、操作台等室内布局情况和网络插座位置，规划和设计布线路径。布线路径为该工作区的网络机柜到墙面网络插座底盒。

（2）计算和准备实训材料和工具。

（3）安装和布线。详细实训步骤和布线方法如下：

① 根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下线槽、M6 螺栓、锯弓等材料和工具备用。

② 根据设计的布线路径在墙面首先安装好网络插座底盒。底盒用 M6 螺栓固定在设计好的墙面位置上。

③ 然后开始安装线槽，每隔 500～600 mm 安装 1 个 M6 螺栓固定好线槽，线槽的安装方法如图 7-5 所示。安装线槽前，根据墙面螺孔位置在线槽上开直径 8 mm 的小孔。

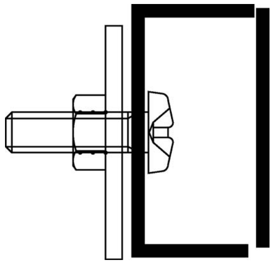


图 7-5　线槽安装图

④ 安装线缆，盖好线槽盖板。

⑤ 安装网络模块，压接线，安装网络插座面板。

⑥ 每个小组实训路径如图 7-6 所示。

⑦ 分组实训路径如图 7-7 所示。

网络综合布线实训装置的每个角可以当作 1 个工作区使用，每个小组进行以上实训。

【实训报告】

（1）画出工作区子系统布线路径图；

（2）写出需要的材料和工具规格、数量；

（3）写出安装模块的方法和 568B 接线方式的线芯顺序。

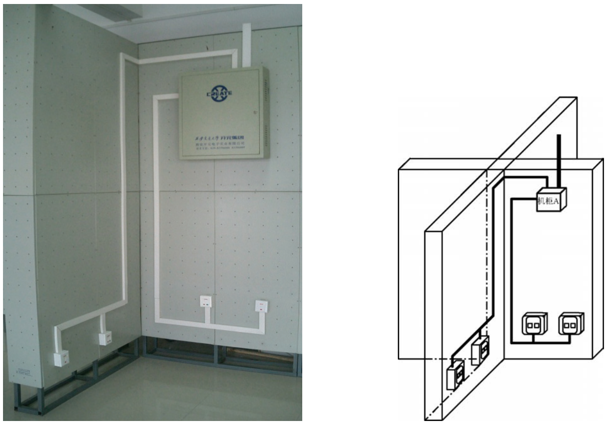


图 7-6　工作区子系统布线——线槽布线小组实训路径图

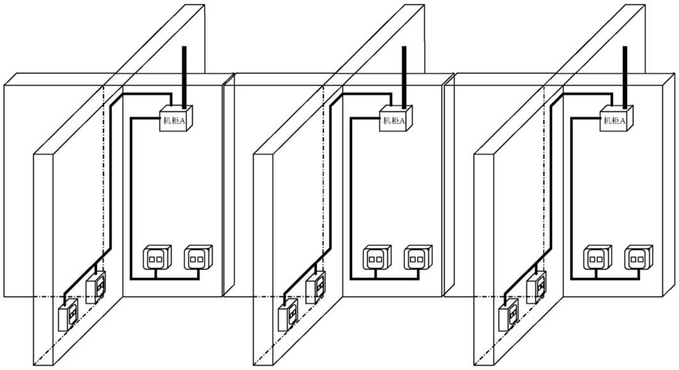


图 7-7　工作区子系统布线——线槽布线实训路径分组图

【拓展知识】

工作区子系统的一般设计原则是：

（1）工作区内线槽要布放得合理、美观；

（2）信息插座要设计在距离地面 30 cm 以上；

（3）信息插座与计算机设备的距离保持在 5 m 范围内；

（4）购买的网卡类型接口要与线缆类型接口保持一致；

（5）所有工作区所需的信息模块、信息座、面板的数量相符。

第 8 章　配线子系统布线

配线子系统由工作区内的信息插座、楼层配线设备到信息插座的水平电缆、楼层配线设备和跳线等组成。它的功能是将干线子系统线路延伸到用户工作区。一般情况下，配线子系统电缆应采用四对双绞线电缆。在配线子系统有高速率应用的场合，应采用光缆，即光纤到桌面。配线子系统应根据整个综合布线系统的要求，在二级交接间、交接间或设备间的配线设备上进行连接，以构成电话、数据、电视系统和监视系统，并可方便地进行管理。配线子系统的电缆长度应小于 90 m，信息插座应在内部做固定线连接。

8.1　配线子系统的设计规范

根据工程提出的近期和远期终端设备的设置要求、用户性质、网络构成及实际需要确定建筑物各层需要安装信息插座模块的数量及其位置，配线应留有扩展余地。

配线子系统缆线应采用非屏蔽或屏蔽 4 对对绞电缆，在需要时也可采用室内多模或单模光缆。

电信间 FD 与电话交换配线及计算机网络设备之间的连接方式，其要求如下：

（1）电话交换配线的连接方式应符合图 8-1 的要求。

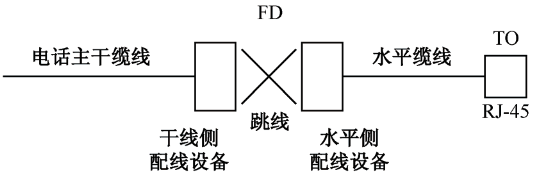


图 8-1　电话系统连接方式

（2）计算机网络设备的连接方式：经跳线连接应符合图 8-2 的要求。

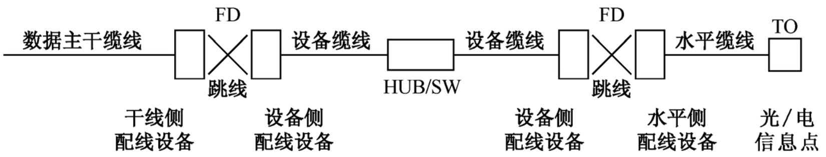


图 8-2　数据系统连接方式（经跳线连接）

（3）经设备缆线连接的方式应符合图 8-3 的要求。

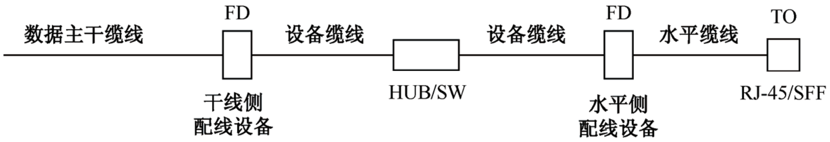


图 8-3　数据系统连接方式（经设备缆线连接）

8.2　模拟建筑物配线子系统布线设计

1．插座类型和数量

（1）根据建筑物结构和用户需求确定传输介质和信息插座的类型；
（2）根据楼层平面图计算可用空间，以及信息插座的类型、数量；
（3）确定信息插座的安装位置及安装方式。

2．确定路由

根据建筑物结构、用途，将配线子系统设计方案贯穿于建筑物的结构之中，这是最理想的。但大多数的情况是新建筑物的图样已经设计完成，只能根据建筑物平面图来设计配线子系统的走线方案。档次比较高的建筑物一般都有天花板，水平走线可在天花板（吊顶）内进行。对于一般建筑物，配线子系统采用地板下或隔墙内的管道布线方法。

走线原则是：隐蔽、安全、美观、整洁，安装和维护方便，节省材料。

3．线缆类型和数量

确定导线的类型应遵循下述原则：
（1）比较经济的方案是光纤、双绞线混合的布线方案；
（2）对于 10 Mbps 以下低速数据和语音传输及控制信号的传输，采用 3 类或 5 类双绞线；
（3）对于 100 Mbps 的高速数据传输，多采用 5 类双绞线；
（4）对于 100 Mbps 以上宽带的数据和复合信号的传输，采用光纤或 6 类以上的双绞线；
（5）对于特殊环境，还需采用阻燃等特种电缆。

确定导线的长度应遵循下述原则：
（1）确定布线方法和线缆走向。
（2）确定管理间或楼层配线间所管理的区域。
（3）确定离配线间最远、最近的信息插座的距离。
（4）双绞线水平布线长度一般不大于 90 m；加上桌面跳线 6 m、配线跳线 3 m，其长度也应小于 100 m。若超过 100 m，需采用其他介质或通过有源设备中继。
（5）多模短波光纤布线长度必须小于 550 m，超过 2 km 必须采用单模光纤。
（6）无论铜缆还是光缆，传输距离与传输速率成反比。
（7）平均电缆长度=（最远+最近两条电缆路由总长）÷2，总电缆长度 =［平均电缆长度+备用部分（平均长度的 10%）+ 端接容差（一般设为 6 m）］×信息总点数。
（8）鉴于双绞线一般按箱订购，每箱 305 m（1000 英尺，每圈约 1 m），而且网络线不容

许接续，即每箱零头要浪费。所以，每箱布线根数 =（305÷平均电缆长度），并取整，则：所需的总箱数=（总点数÷每箱布线根数），并向上取整。

（9）也可采用 500 m 或 1000 m 的配盘，光纤皆为盘型。

4．布线要点

布线要点可归纳为如下几点：

（1）双绞线的非扭绞长度，3 类小于 13 mm，5 类小于 25 mm，最大暴露双绞线长度小于 50 mm。

（2）采用专用的剥线和打线工具，不能剥伤绝缘层或割伤铜线。

（3）使用打线工具时，一定要保持用力方向与工作面的垂直，用力要短、快，不要用柔力，以免影响打线质量。

（4）双绞线在弯折时不要出现尖角，一定要圆滑过渡，并保持走线的一致与美观。UTP 的弯曲半径要大于线外径的 4 倍，STP 应大于线外径的 6 倍，干线双绞线的弯曲半径要大于线外径的 10 倍，光缆要大于其线外径的 20 倍。

（5）布线时施加到每根双绞线的拉力不要超过 100 N（10 kg），布线后线缆不要存在应力。在捆绑线缆时，不要将线缆捆变形，否则会使线缆内部双绞线的相对位置改变，从而影响线缆的传输性能。

（6）一般工作区出线盒留线长度为 20 cm，配线间留线长度为能走线到机柜的最远端的距离，光缆留线长度为 3～6 m。

（7）必须保证光纤连接器的清洁，每个端接器的衰减应小于 1 dB。

8.3　配线子系统布线实训

配线子系统一般安装得十分隐蔽。在智能大厦交工后，该子系统很难接近，因此更换和维护水平线缆的费用很高，技术要求也很高。如果我们经常对水平线缆进行维护和更换的话，就会影响大厦内用户的正常工作，严重者就要中断用户的正常使用。由此可见，配线子系统的管路敷设、线缆选择将成为综合布线系统中重要的组成部分。

实训一　线管布线安装实训

【实训目的】

（1）通过配线子系统布线路径和距离的设计，熟练掌握配线子系统的设计；

（2）通过线管的安装和穿线等，熟练掌握配线子系统的施工方法；

（3）通过使用弯管器制作弯头，熟练掌握弯管器使用方法和布线曲率半径的要求；

（4）通过核算、列表、领取材料和工具，训练规范施工的能力。

【实训要求】

（1）设计一种配线子系统的布线路径，并且绘制施工图；

（2）按照设计图，核算实训材料规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单；

（3）按照设计图，准备实训工具，列出实训工具清单，独立领取实训材料和工具；

（4）独立完成配线子系统线管安装和布线方法，掌握 PVC 管卡、管的安装方法和技巧，掌握 PVC 管弯头的制作。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）Φ20 PVC 塑料管、管接头、管卡若干；

（3）弯管器、穿线器、十字头螺丝刀、M6×16 十字头螺钉；

（4）钢锯、线槽剪、登高梯子、编号标签。

【实训步骤】

（1）使用 PVC 线管设计一种从信息点到楼层机柜的配线子系统，并绘制施工图，如图 8-4 所示。按照设计图，核算实训材料的规格和数量，列出材料清单。

（2）按照设计图，列出实训工具清单，领取实训材料和工具。

（3）首先在需要的位置安装管卡。然后安装 PVC 管，两根 PVC 管连接处使用管接头，拐弯处必须使用弯管器制作大拐弯的弯头连接，如图 8-5 所示。

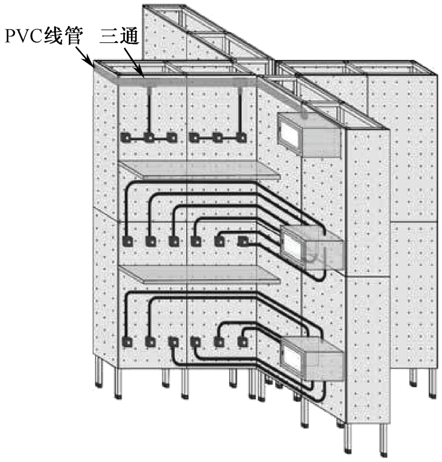


图 8-4　绘制施工图

图 8-5　使用弯管器制作大拐弯的弯头连接

（4）布线。在明装布线实训时，边布管边穿线；在暗装布线时，先把全部管和接头安装到位，并且固定好，然后从一端向另外一端穿线。

（5）布管和穿线后，必须做好线标。

【实训报告】

（1）设计一种水平布线子系统施工图；

（2）列出实训材料的规格、型号、数量清单表；

（3）列出实训工具的规格、型号、数量清单表；

（4）使用弯管器制作大拐弯接头的方法和经验；

（5）配线子系统布线施工程序和要求。

实训二　Φ20 PVC 线管墙面布线

【实训目的】

通过在墙面安装 Φ20 PVC 管的实训，了解网络综合布线的基本原理和要求，以及弯管器、锯弓、弯头、直接头等工具和基本材料的使用方法。初步掌握综合布线常用材料的计算方法。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；
（2）完成两个机柜之间的水平布线，路径合理，节约材料；
（3）水平布管平直、美观，接头合理；
（4）弯头成 90° 直角；
（5）掌握锯弓、弯管器、电动起子等工具的使用方法和技巧；
（6）掌握拉线力量和弯曲半径的要求；
（7）可以参照图 8-6 所示的效果图。

图 8-6　效果图

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；
（2）4-UTP 网络线约 10 m；
（3）Φ20 PVC 管约 8 m；
（4）管卡、M6 螺栓、接头、弯头等；
（5）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、弯管器、电动起子等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径，一般是从一个机柜到附近的另一个机柜；
（2）计算和准备实训材料和工具；
（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下 Φ20 PVC 管、直接头、管卡、M6 螺栓、弯管器、锯弓等材料和工具备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面安装管卡，从第一个机柜向第二个机柜之间每隔 500～600 mm 安装 1 个管卡。管卡安装方法如图 8-7 所示。

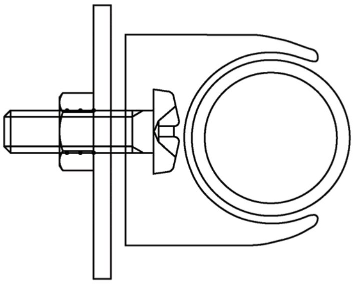


图 8-7　管卡安装方法

（3）在拐弯处用弯管器对 Φ20 PVC 管成型，两端安装直接头和 PVC 管。同时在 PVC 管内穿一根 4-UTP 网线。两头机柜内必须预留网线 1.5 m。

（4）分组实训布线路径如下：

① 第 1 组布线路径如图 8-8 所示。

A 机柜—C 机柜：高度约为 1.35 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

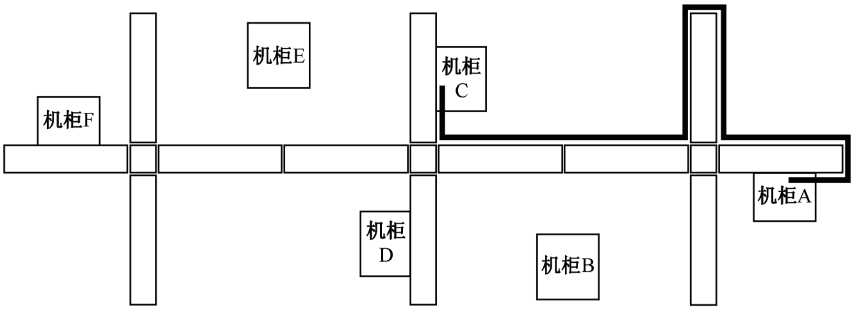


图 8-8　水平布线路径示意图 1

② 第 2 组布线路径如图 8-9 所示。

C 机柜—F 机柜：高度约为 1.45 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

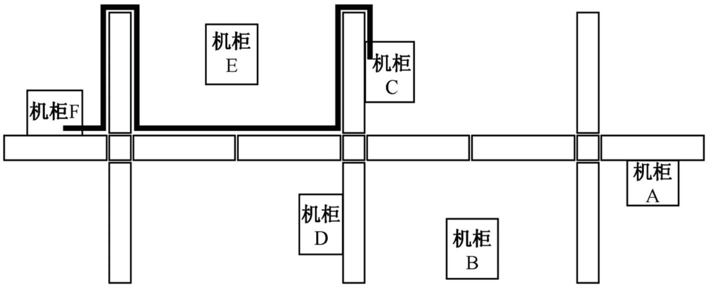


图 8-9　水平布线路径示意图 2

③ 第 3 组布线路径如图 8-10 所示。

F 机柜—D 机柜：高度约为 1.55 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

④ 第 4 组布线路径如图 8-11 所示。

D 机柜—A 机柜：高度约为 1.65 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

⑤ 第 5 组布线路径如图 8-12 所示。

A 机柜—C 机柜—F 机柜—D 机柜：以上 4 个实训的综合实训。

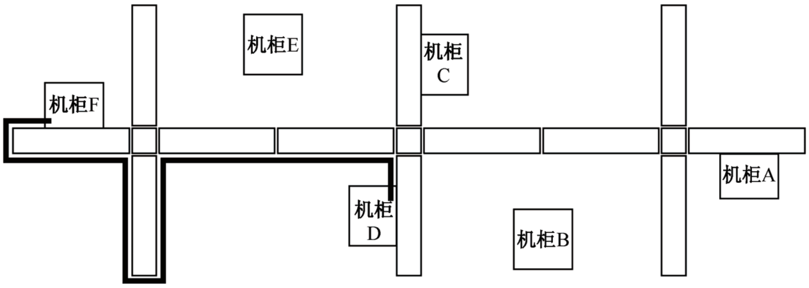


图 8-10　水平布线路径示意图 3

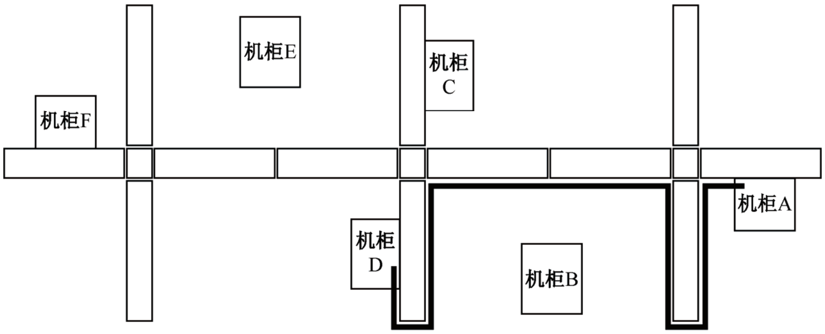


图 8-11　水平布线路径示意图 4

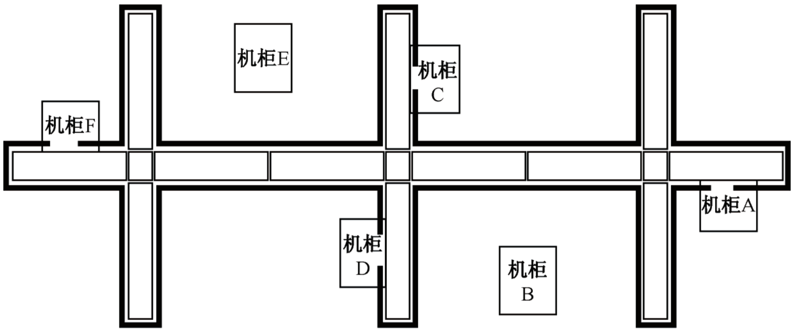


图 8-12　水平布线路径示意图 5

【实训报告】

（1）设计配线子系统布线路径图；

（2）计算出布线需要的材料和工具；

（3）写出网线允许的拉线力量和弯曲半径，以及对布线系统传输速率的影响；

（4）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

水平布线子系统的设计原则：水平布线是将电缆线从设备间子系统的配线间接到每一楼层的工作区的信息输入 / 输出（I/O）插座上。设计者要根据建筑物的结构特点，从路由（线路）最短、造价最低、施工方便、布线规范等几个方面考虑。但由于建筑物中的管线比较多，往往要遇到一些矛盾，所以设计水平系统时必须折中考虑，优选最佳的水平布线方案。

一般建筑物在前期设计中必须考虑布线方式，通常可采用 3 种方式：

（1）直接埋管式；

（2）先走吊顶内线槽，再走支管到信息出口的方式；

（3）适合大开间及后打隔断的地面线槽方式。

前期没有预埋管线的建筑物，一般采取以下方式：

（1）考虑从吊顶上布线；

（2）在墙面明装线管或者线槽布线。

线缆最大允许的拉力为：

- 1 根 4 对双绞线，拉力为 100 N；
- 2 根 4 对双绞线，拉力为 150 N；
- 3 根 4 对双绞线，拉力为 200 N；
- *n* 根 4 对双绞线，拉力为（50*n*+50）N；
- 25 对 5 类 UTP 电缆，最大拉力不能超过 400 N，速度不宜超过 15 m/min。

实训三　*Φ*40 PVC 线管墙面布线

【实训目的】

通过在墙面安装 *Φ*40 PVC 管的实训，了解网络综合布线的基本原理和要求，以及锯弓、弯头、三通、直接头等工具和基本材料的使用方法。熟练掌握 PVC 管布线材料的计算方法和安装技术。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成两个机柜之间的水平布线，要求路径合理、节约材料；

（3）水平布管平直、美观，接头合理；

（4）掌握锯弓、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（5）掌握 PVC 管常用规格和允许穿线的数量要求。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）4-UTP 网络线约 10 m；

（3）*Φ*40 PVC 管约 8 m；

（4）管卡、M6 螺栓、管接头、直角弯头等若干；

（5）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径，一般是从 1 个机柜到附近的另外 1 个机柜；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取 *Φ*40 PVC 管、直接头、管卡、M6 螺栓、锯弓等材料备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面安装管卡，在第一个机柜到第二个机柜之间每隔 500～600 mm 安装 1 个管卡。管卡安装方法如图 8-7 所示。

（3）在拐弯处用 90 度弯头连接，安装 PVC 管。两根 PVC 管之间用直接头连接，三根管之间用三通连接。同时在 PVC 管内穿网线。两头机柜内必须预留网线 1.5 m。

（4）分组实训路径如下：

① 第 1 组布线路径如图 8-13 所示。

A 机柜—C 机柜：高度约为 1.35 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

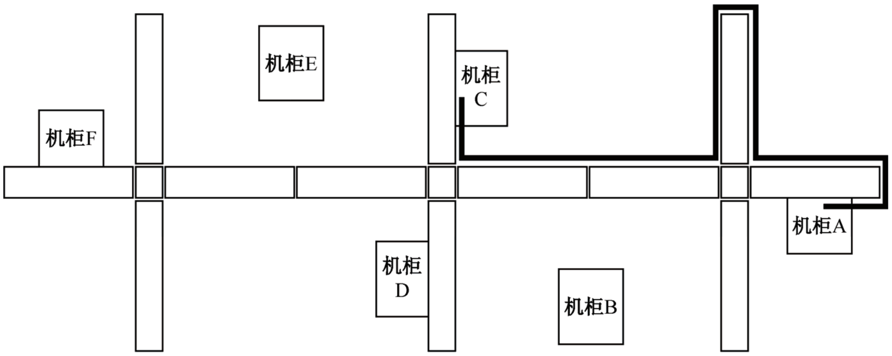


图 8-13　第 1 组布线路径示意图

② 第 2 组布线路径如图 8-14 所示。

C 机柜—F 机柜：高度约为 1.45 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

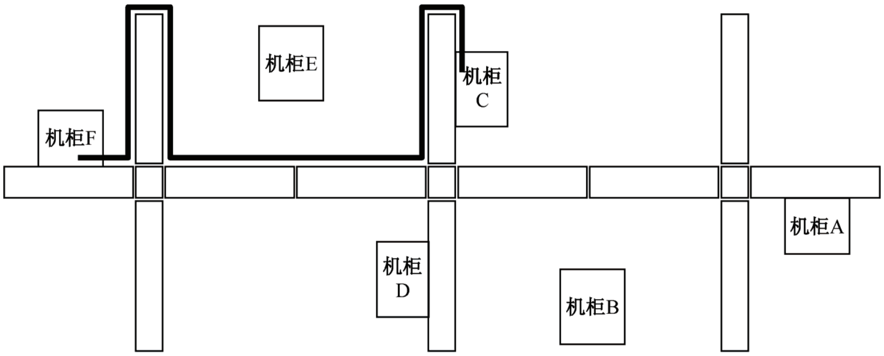


图 8-14　第 2 组布线路径示意图

③ 第 3 组布线路径如图 8-15 所示。

F 机柜—D 机柜：高度约为 1.55 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

④ 第 4 组布线路径如图 8-16 所示。

D 机柜—A 机柜：高度约为 1.65 m，长度约为 8 m，4 个阳角，3 个阴角。

⑤ 第 5 组布线路径如图 8-17 所示。

A 机柜—C 机柜—F 机柜—D 机柜：这是以上 4 个实训的综合实训。

⑥ 完成效果图如图 8-18 所示。

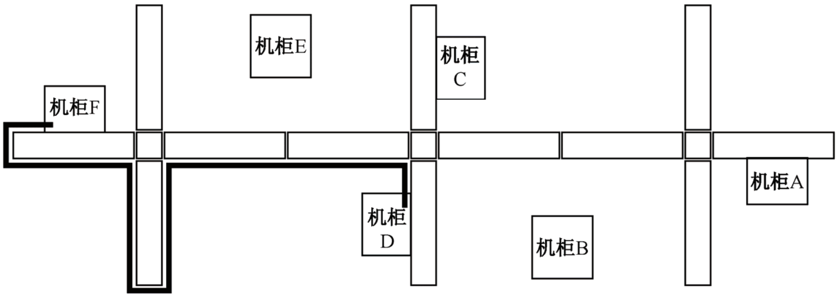


图 8-15　第 3 组布线路径示意图

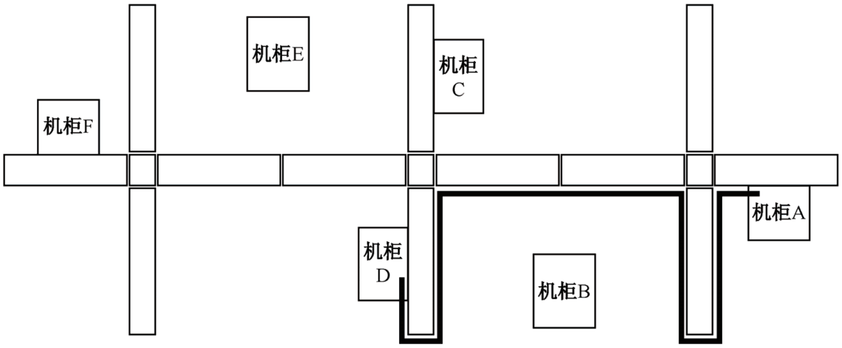


图 8-16　第 4 组布线路径示意图

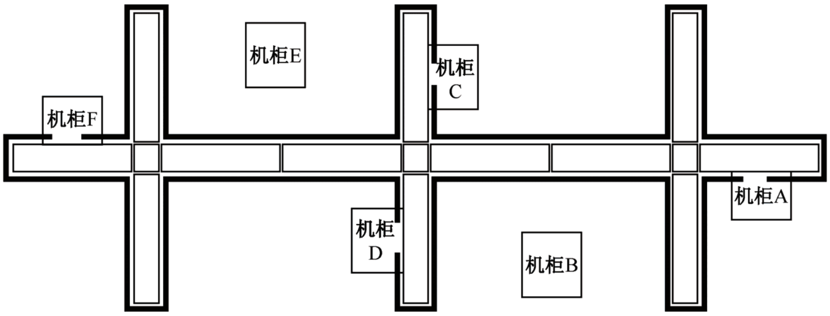


图 8-17　第 5 组布线路径示意图

图 8-18　效果图

【实训报告】

（1）设计配线子系统布线路径图；

（2）计算出布线需要的材料和工具；

（3）写出网线允许的拉线力量和弯曲半径，以及对布线系统传输速率的影响；

（4）写出大直径线管穿线数量和要求；

（5）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

1）网络传输介质的选择原则

网络传输介质的选择和介质访问控制方法有极其密切的关系。传输介质决定了网络的传输速率、网络段的最大长度、传输可靠性（电磁干扰能力）、网络接口板的复杂程度等，对网络成本也有巨大影响。随着多媒体技术的广泛应用，宽带局域网络支持数据、图像和声音在同一传输介质中传输是今后局域网络的应用发展方向。

网络传输介质的选择，就是以双绞电缆、基带同轴电缆以及光缆根据性能价格比要求进行选择，以确定采用何种传输介质，使用何种介质访问方法更合适。

（1）双绞线。

双绞线的传输速率比较高，能支持各种不同类型的网络拓扑结构，控制干扰能力强，可靠性高。双绞线有屏蔽与非屏蔽双绞线两种。目前，一般用户都喜欢选用 4 对线的双绞线。每对线在每厘米中互绞的次数不同，互绞可以消除来自相邻双绞线和外界电子设备的噪音。

使用双绞线作为基于数字信号的传输介质，成本较低，是一种廉价的选择。但双绞线受网段最大长度的限制，只能适应小范围的网络。

双绞线以太网有 10BASE-T 和 100BASE-T 等。100BASE-T 的主要内容如下：

① 一般双绞线的最大长度为 100 m；

② 双绞线的每端需要一个 RJ-45 接头；

③ 各段双绞线通过网络交换机或者集线器的中继器互连；

④ 中继器可以利用收发器电缆连到以太网上。

（2）光缆。

光缆利用全内反射光束传输编码信息。它的特点是频带宽、衰减小、传输速率高、传输距离远、不受外界电磁干扰，但价格高，而且用于光缆的端接器件价格也高，操作技术也比较复杂。由于近年来 Internet 的推广应用和千兆位、万兆位以太网的应用，目前有许多工程采用光缆方案（FDDI），它能以较小的设备更新代价，迅速向千兆位、万兆位以太网过渡。

上述各种材料，各有特点，从应用的发展趋势来看，小范围的局域网选择双绞线较好，大范围的选择光缆较好。

2）常用 PVC 线槽的规格和穿线数量表

线槽内线的填充率不应大于 60%。在线路连接、转角、分支集中等位置应该采用相应的附件，并保持线槽良好的封闭性。线槽垂直或倾斜敷设时，应采用线口固定线缆以防止线缆在槽内移动。垂直敷设时，其线缆固定间距不要大于 3 m。PVC 线槽内容纳线的数量，见表 8-1。

表 8-1　PVC 线槽内容纳线数量

规　　格	容 纳 线 数	富 余 量	规　　格	容 纳 线 数	富 余 量
20 mm×13mm	2 条双绞线	30%	80 mm×50 mm	50 条双绞线	30%
25 mm×13 mm	3 条双绞线	30%	100 mm×50 mm	60 条双绞线	30%
30 mm×17 mm	6 条双绞线	30%	100 mm×80 mm	80 条双绞线	30%
40 mm×25 mm	10 条双绞线	30%	120 mm×50 mm	90 条双绞线	30%
50 mm×27 mm	15 条双绞线	30%	120 mm×80 mm	100 条双绞线	30%
60 mm×30 mm	22 条双绞线	30%	200 mm×160 mm	200 条双绞线	30%

3）常用的 PVC 线管规格和穿线数量表

当线管布线的管路较长或有转弯时，应适当加装拉线盒，两个线点之间的距离应符合以下要求：

（1）对无弯管路，不超过 30 m；

（2）两个拉线点之间有一个弯时，不超过 20 m；

（3）两个拉线点之间有两个弯时，不超过 15 m；

（4）两个拉线点之间有三个弯时，不超过 8 m。

此外，线管在水平安装时应当保持横平竖直，根据实际场地选择最短路径，并保持安装牢固。线管与电源支路管应大于 130 mm，与电源主线管之间的距离大于 310 mm，对单根拉力不应超过 15 kg。避免在拉线过程中挫伤、打结、弯曲、缠绕紧密及进水。

PVC 线管内容纳线数量见表 8-2。

表 8-2　PVC 线管内容纳线数量

规　　格	容 纳 线 数	富 余 量	规　　格	容 纳 线 数	富 余 量
15 mm	1～2 条双绞线	30%	50 mm	12～14 条双绞线	30%
20 mm	2～3 条双绞线	30%	65 mm	17～42 条双绞线	30%
25 mm	4～5 条双绞线	30%	80 mm	49～66 条双绞线	30%
32 mm	5～6 条双绞线	30%	100 mm	67～80 条双绞线	30%
40 mm	7～11 条双绞线	30%			

按照标准的 PVC 线管 / 线槽设计方法，应该根据水平线的外径来确定 PVC 线管 / 线槽的容量。即 PVC 线管 / 线槽的横截面积=水平线截面积之和×3。

实训四　线槽布线安装实训

住宅楼、老式办公楼、厂房进行改造或者需要增加网络布线系统时，一般采取明装布线方式。常用的 PVC 线槽规格有：20 mm×12 mm、39 mm×19 mm、50 mm×25 mm、60 mm×30 mm、80 mm×50 mm 等，本实训主要做 PVC 线槽的安装实训。

【实训目的】

（1）通过配线子系统布线路径和距离的设计，熟练掌握配线子系统的设计；

（2）通过线槽的安装和穿线等，熟练掌握配线子系统的施工方法；

（3）通过核算、列表、领取材料和工具，训练规范施工的能力。

【实训要求】

（1）设计一种配线子系统的布线路径和方式，并绘制施工图；

（2）按照设计图，计算实训材料的规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单；

（3）按照设计图，准备实训工具，列出实训工具清单，独立领取实训材料和工具；

（4）独立完成配线子系统线槽安装和布线方法，掌握 PVC 线槽、盖板、阴角、阳角、三通的安装方法和技巧。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）20 mm 或 40 mm PVC 线槽、盖板、阴角、阳角、三通若干；

（3）电动起子、十字头螺丝刀、M6×16 十字头螺钉；

（4）登高梯子、编号标签。

【实训步骤】

（1）使用 PVC 线槽设计一种从信息点到楼层机柜的配线子系统，并且绘制施工图，如图 8-19 所示。

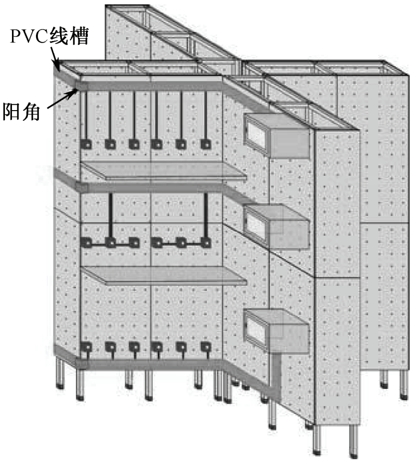


图 8-19　绘制施工图

（2）3～4 人成立一个项目组，选举项目负责人，每人设计一种配线子系统布线图，并且绘制图纸。

（3）项目负责人指定 1 种设计方案进行实训。

（4）按照设计图，计算实训材料规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单。

（5）按照设计图需要，列出实训工具清单，领取实训材料和工具。

（6）首先量好线槽的长度，再使用电动起子在线槽上开 8 mm 的小孔，孔的位置必须与实训装置安装孔对应，每段线槽至少开两个安装孔。

（7）用 M6×16 螺钉把线槽固定在实训装置上。拐弯处必须使用专用接头，例如阴角、阳角、弯头、三通等。

（8）在线槽布线，一边布线一边装盖板，如图 8-20 所示。

（9）布线和盖板后，必须做好线标，如图 8-21 所示。

【实训报告】

（1）设计一种全部使用线槽布线的配线子系统施工图；

（2）列出实训材料规格、型号、数量清单表；

（3）安装弯头、阴角、阳角、三通等线槽配件的方法和经验；

（4）配线子系统布线施工程序和要求；

（5）使用工具的体会和技巧。

图 8-20　布线和盖板

图 8-21　做好线标

实训五　宽 20 PVC 线槽墙面布线

【实训目的】

通过在墙面安装宽 20 PVC 线槽的实训，了解网络综合布线的基本原理和要求，以及锯弓、弯头、三通、直接头、阳角、阴角等工具和基本材料的使用方法。初步掌握布线材料的计算方法。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成两个机柜之间的水平布线，要求路径合理，节约材料；

（3）水平布线平直、美观，接头合理；

（4）在小线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（5）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（6）掌握拉线力量和弯曲半径的要求。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）4-UTP 网络线约 10 m；

（3）宽 20 mm PVC 线槽约 8 m；

（4）M6 螺栓、阴角、阳角、接头、弯头等若干；

（5）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径。一般是从 1 个机柜到附近的另外 1 个机柜；

（2）计算和准备实训的材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下宽 20 PVC 线槽、直接头、阴角、阳角、M6 螺栓、锯弓等材料备用。

（2）根据设计的布线路径在与墙面对应的线槽上开直径 8 mm 的小孔，用 M6 螺栓在墙

面安装线槽。固定螺栓间距为 500～600 mm。线槽安装方法如图 8-22 所示。

（3）在拐弯处用 90 度弯头连接，安装 PVC 线槽。

（4）在墙面阴角处用阴角将线槽连接。

（5）在墙面阳角处用阳角将线槽连接。

（6）在两根 PVC 线槽之间用直接头连接。也可以对接，如果采取对接方式连接，盖板接头与线槽接头必须错开，对接处间隙必须小于 1 mm。

（7）3 根线槽之间用三通连接，或者用线槽直接连接。

（8）固定好全部线槽后，在槽内安装网线，同时盖好盖板。两头机柜内必须预留网线 1.5 m。水平系统布线局部图如图 8-23 所示。

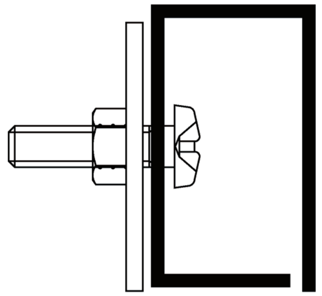


图 8-22　线槽安装

图 8-23　水平系统布线局部图

（9）分组实训路径如下：

① 第 1 组布线路径如图 8-24 所示。

A 机柜—C 机柜：高度约为 1.35 m，4 个阳角，3 个阴角。

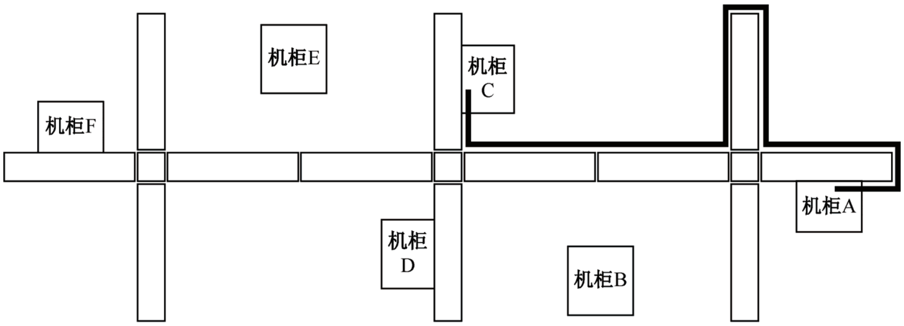


图 8-24　第 1 组水平布线路径示意图

② 第 2 组布线路径如图 8-25 所示。

C 机柜—F 机柜：高度约为 1.45 m，4 个阳角，3 个阴角。

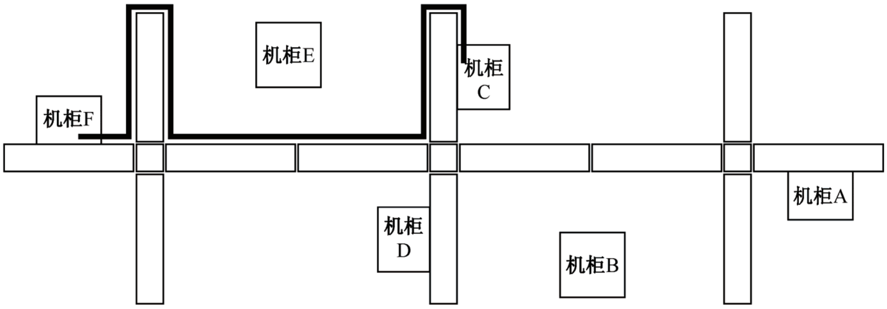


图 8-25　第 2 组水平布线路径示意图

③ 第 3 组布线路径如图 8-26 所示。

F 机柜—D 机柜：高度约为 1.55 m，4 个阳角，3 个阴角。

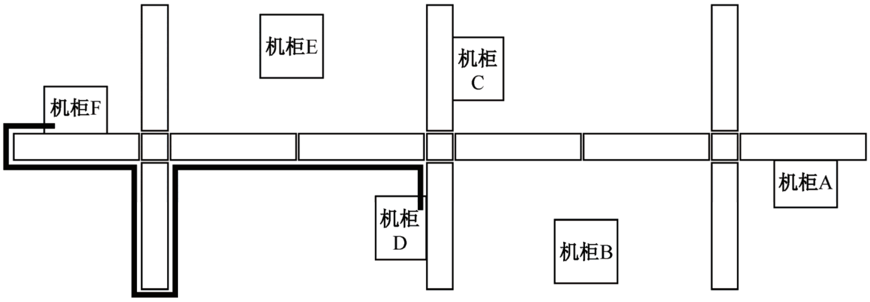


图 8-26　第 3 组水平布线路径示意图

④ 第 4 组布线路径如图 8-27 所示。

D 机柜—A 机柜：高度约为 1.65 m，4 个阳角，3 个阴角。

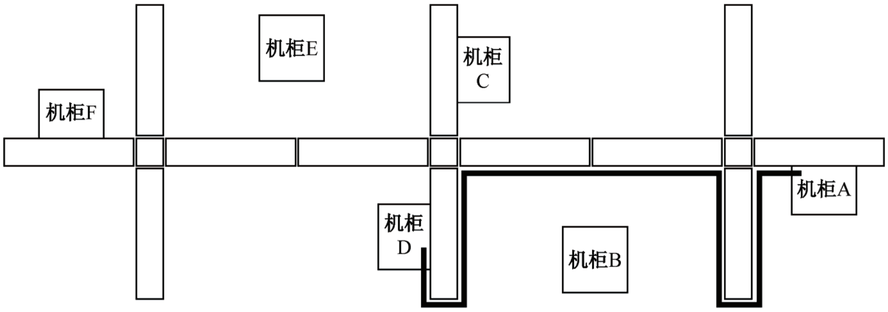


图 8-27　第 4 组水平布线路径示意图

⑤ 第 5 组布线路径如图 8-28 所示。

A 机柜—C 机柜—F 机柜—D 机柜：这是以上 4 个实训的综合实训。

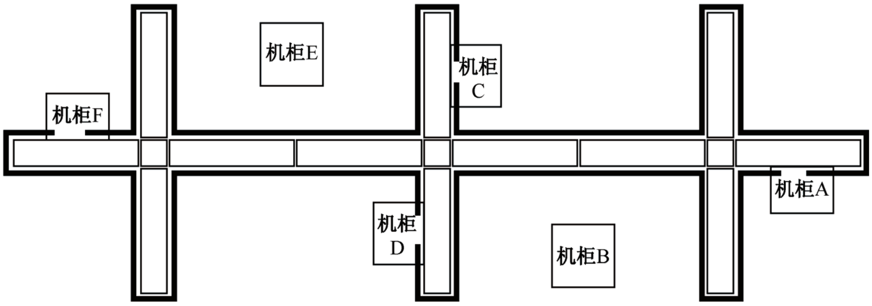


图 8-28　第 5 组水平布线路径示意图

【实训报告】

（1）设计配线子系统布线路径图；

（2）计算出布线需要的材料和工具；

（3）写出网线允许的拉线力量和弯曲半径，以及对布线系统传输速率的影响；

（4）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

水平布线子系统的一般设计涉及配线子系统的传输介质和部件集成，主要有以下 7 点：

（1）确定线路走向；

（2）确定线缆、槽、管的数量和类型；

（3）确定电缆的类型和长度；

（4）订购电缆和线槽；

（5）如果用吊杆走线槽，则需要用多少根吊杆；

（6）如果不用吊杆走线槽，则需要用多少根托架；

（7）语音点、数据点互换时，应考虑语音点的水平线缆同数据线缆的类型。

确定线路走向一般要由用户、设计人员、施工人员到现场根据建筑物的物理位置和施工难易度来确定。

信息插座的数量和类型、电缆的类型和长度一般在总体设计时便已确立，但考虑到产品质量和施工人员的误操作等因素，在订购时要留有余地。

确定电缆时，必须考虑：

（1）确定布线方法和电缆走向；

（2）确认到管理间的接线距离；

（3）留有端接误差。

数据电缆与电源电缆之间的隔离要求如下。

在水平布线通道内，关于电信电缆与分支电源电缆要说明以下几点：

（1）屏蔽的电源导体（电缆）与电信电缆并线时不需要分隔；

（2）可以用电源管道障碍（金属或非金属）来分隔电信电缆与电源电缆；

（3）对非屏蔽的电源电缆，最小的距离为 10 cm；

（4）在工作站的信息口或间隔点，电信电缆与电源电缆的距离最小应为 6 cm。

实训六　宽 40 PVC 线槽墙面布线

【实训目的】

通过在墙面安装大规格宽 40 PVC 线槽的实训，了解网络综合布线的基本原理和要求，以及锯弓、弯头、三通、直接头、阳角、阴角等工具和基本材料的使用方法。熟练掌握线槽布线材料的计算方法。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成两个机柜之间的水平布线，要求路径合理，节约材料；

（3）水平布线平直、美观，接头合理；

（4）在大线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（5）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（6）掌握大线槽布线规格和允许布线的数量。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）4-UTP 网络线约 10 m；

（3）宽 40 PVC 线槽约 8 m；

（4）M6 螺栓、阴角、阳角、接头、弯头等若干；

（5）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下宽 40 PVC 线槽、直接头、阴角、阳角、M6 螺栓、锯弓等材料备用。

（2）根据设计的布线路径在与墙面对应的线槽上开直径为 8 mm 的小孔，用 M6 螺栓在墙面安装线槽。固定螺栓间距为 500～600 mm。线槽安装方法如图 8-29 所示。

（3）在拐弯处用 90 度弯头连接，安装线槽。

（4）在墙面阴角处用阴角将线槽连接。

（5）在墙面阳角处用阳角将线槽连接。

（6）在两根 PVC 线槽之间用直接头连接，或者对接。如果采取对接方式连接，盖板接头与线槽接头必须错开，对接处间隙必须小于 1 mm。

（7）3 根线槽之间用三通连接，或者用线槽直接连接。

（8）固定好全部线槽后，在槽内安装网线，同时盖好盖板。两头机柜内必须预留网线 1.5 m。

（9）完成实训后的基本效果图如图 8-30 所示。

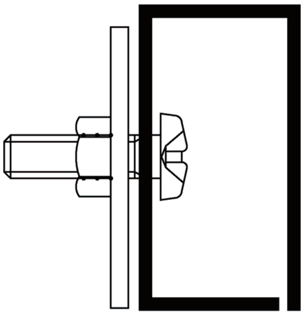


图 8-29　线槽安装

图 8-30　完成实训的基本效果图

（10）分组实训路径如下：

① 第 1 组布线路径如图 8-31 所示。

A 机柜—C 机柜：高度约为 1.35 m，4 个阳角，3 个阴角。

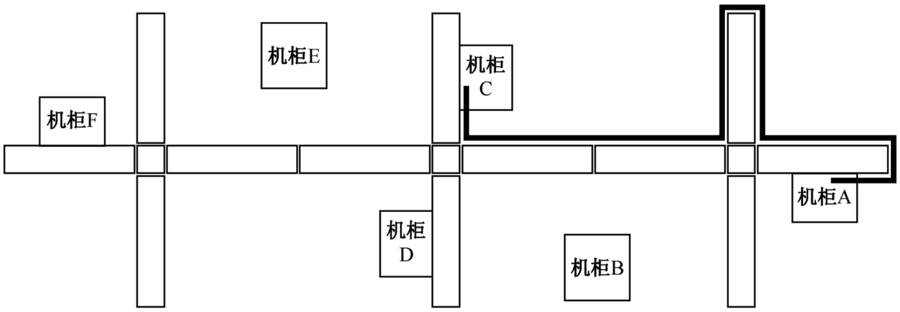


图 8-31　第 1 组布线路径示意图

② 第 2 组布线路径如图 8-32 所示。

C 机柜—F 机柜：高度约为 1.45 m，4 个阳角，3 个阴角。

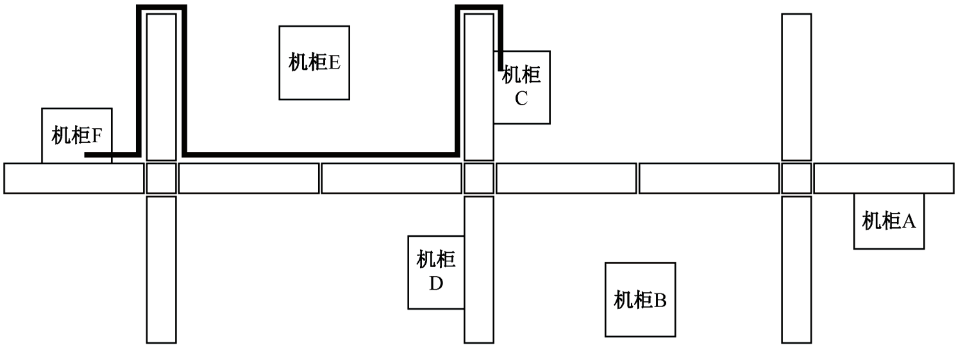


图 8-32　第 2 组布线路径示意图

③ 第 3 组布线路径如图 8-33 所示。

F 机柜—D 机柜：高度约为 1.55 m，4 个阳角，3 个阴角。

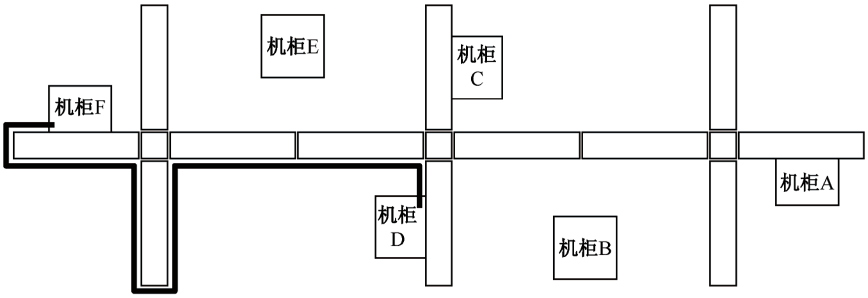


图 8-33　第 3 组布线路径示意图

④ 第 4 组布线路径如图 8-34 所示。

D 机柜—A 机柜：高度约为 1.65 m，4 个阳角，3 个阴角。

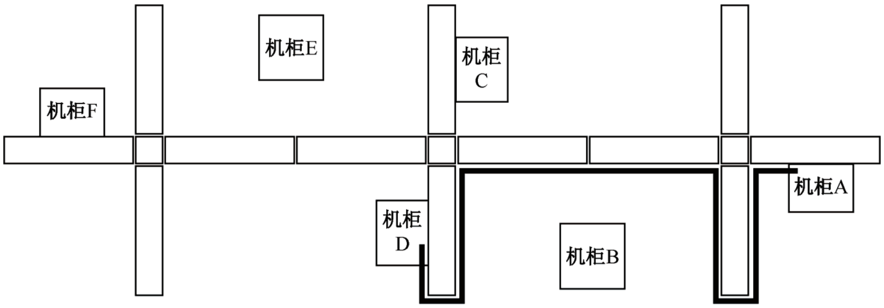


图 8-34　第 4 组布线路径示意图

⑤ 第 5 组布线路径如图 8-35 所示。

A 机柜—C 机柜—F 机柜—D 机柜：这是以上 4 个实训的综合实训。

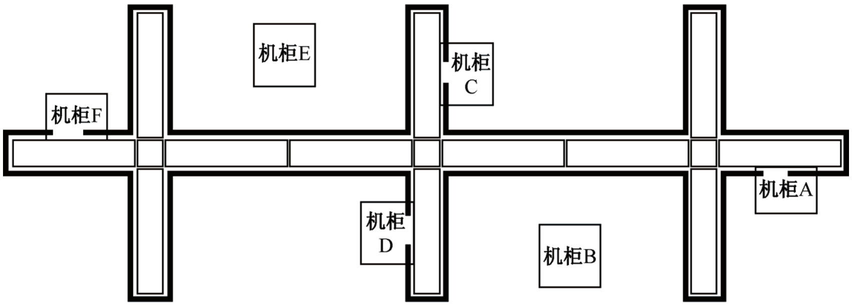


图 8-35　第 5 组布线路径示意图

【实训报告】

（1）画出布线路径图；

（2）计算出布线需要的材料和工具；

（3）写出网线允许的拉线力量和弯曲半径，以及对布线系统传输速率的影响；

（4）写出大规格线槽穿线的数量和要求。

（5）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

常用大线槽的规格和允许穿线的数量，见表 8-3。

表 8-3　常用大线槽的规格和允许穿线的数量

规　格	容纳线数	富余量	规　格	容纳线数	富余量
50 mm×27mm	15 条双绞线	30%	100 mm×80 mm	80 条双绞线	30%
60 mm×30 mm	22 条双绞线	30%	120 mm×50 mm	90 条双绞线	30%
80 mm×50 mm	50 条双绞线	30%	120 mm×80 mm	100 条双绞线	30%
100 mm×50 mm	60 条双绞线	30%	200 mm×160 mm	200 条双绞线	30%

在工程预算和实际施工中，一般采取以下 3 种公式计算电缆长度的用量，设计人员可用这 3 种算法之一来确定所需线缆的长度。

算法 1：

$$订货总量（总长度，单位为 m）=所需总长+所需总长\times 10\% + n\times 6$$

其中，所需总长指 n 条布线电缆所需的理论长度；

所需总长×10%为备用部分；

$n\times 6$ 为端接容差。

算法 2：

$$整幢楼的用线量=\sum NC$$

其中，N——楼层数；

C——每层楼用线量。

每层楼用线量 C 的计算公式如下：

$$C=[0.55\times(L+S)+6]\times n$$

其中，L——本楼层离水平间最远的信息点距离；

S——本楼层离水平间最近的信息点距离；

n——本楼层的信息插座总数；

0.55——备用系数；

6——端接误差。

算法 3：

$$总长度=A+B/2\times n\times 3.3\times 1.2$$

其中，A——最短信息点长；

B——最长信息点长度；

n——楼内需要安装的信息点数；

3.3——将米（m）换成英尺（ft）的系数；

1.2——余量参数（富余量）。

算法 4：

$$用线箱数=总长度/305+1$$

双绞线一般以箱为单位订购，每箱双绞线的长度为 305 m。

实训七　线管线槽支架固定布线

【实训目的】

通过在墙面安装支架固定 PVC 线槽 / 线管布线方式的实训，了解网络综合布线在吊顶上和隐蔽部位布线的原理和要求，以及锯弓、弯头、三通、直接头、阳角、阴角等工具和基本材料的使用方法。熟练掌握线槽布线材料的计算方法。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成两个机柜之间的水平布线，要求路径合理，节约材料；

（3）水平布线平直、美观，接头合理；

（4）掌握在墙面安装支架固定 PVC 线管 / 线管布线的方法和技巧；

（5）掌握在支架上安装线槽 / 线管的方法和技巧。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）4-UTP 网络线约 10 m；

（3）宽 40 mm PVC 线槽或管的长度约为 8 m；

（4）M6 螺栓、支架、接头、弯头等若干；

（5）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子、人字梯等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下三角支架、宽 40 PVC 线槽、线管、直接头、阴角、阳角、M6 螺栓、螺母、锯弓等材料备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面安装三角支架，间距为 600 mm，每个支架用两个 M6 螺栓固定在墙面，调整好方向。安装方法如图 8-36 所示。

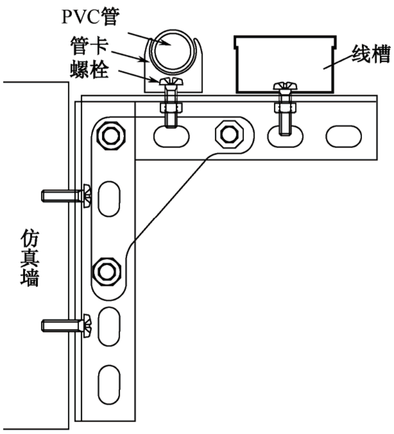


图 8-36　安装方法

（3）根据支架安装位置，在对应的线槽上开直径为 8 mm 的小孔，用 M6 螺栓和螺母把线槽固定在支架上。对于线管，用 M6 螺栓和螺母把管卡固定在每个支架上，将线管压入管卡固定。

（4）在拐弯处用 90 度弯头连接。

（5）在两根 PVC 线槽 / 线管之间用直接头连接。

（6）三根线槽 / 管之间用三通连接，或者用线槽直接连接。

（7）固定好全部线槽后，在槽内安装网线，同时盖好盖板。两头机柜内必须预留网线

1.5 m。

（8）线槽和线管单独安装在三角支架上，也可以组合安装在同一个支架上。

（9）分组实训路径如下：

① 第 1 组布线路径如图 8-37 所示。

A 机柜—C 机柜：高度约为 1.8 m，4 个阳角，3 个阴角。

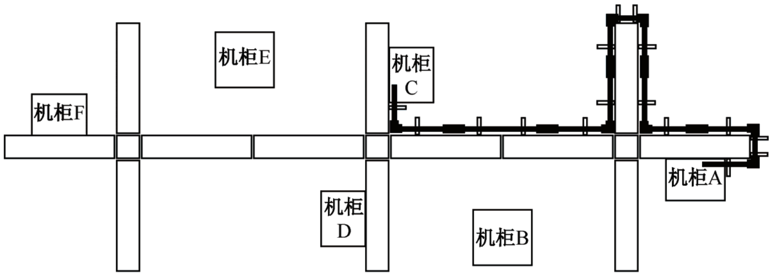


图 8-37　支架固定 PVC 线槽 / 线管布线示意图 1

② 第 2 组布线路径如图 8-38 所示。

C 机柜—F 机柜：高度约为 1.9 m，4 个阳角，3 个阴角。

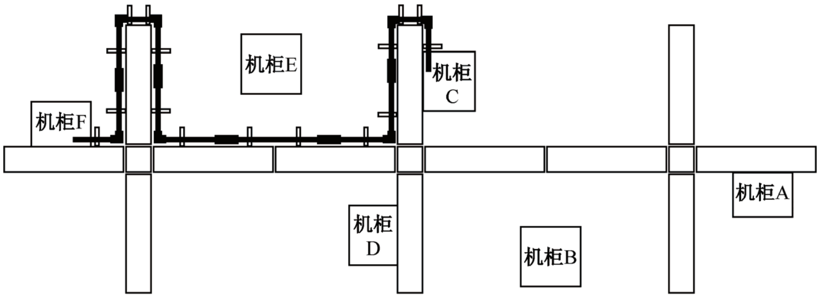


图 8-38　支架固定 PVC 线槽 / 线管布线示意图 2

③ 第 3 组布线路径如图 8-39 所示。

F 机柜—D 机柜：高度约为 2.0 m，4 个阳角，3 个阴角。

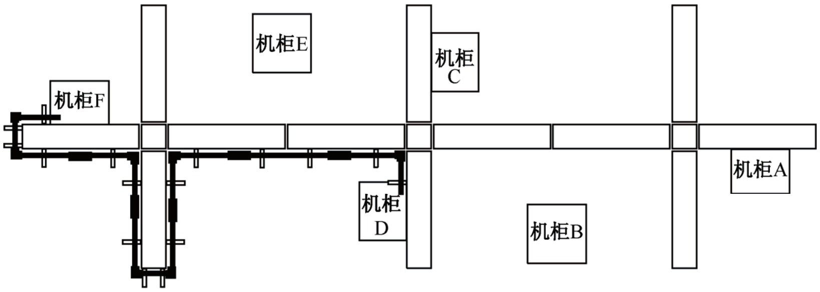


图 8-39　支架固定 PVC 线槽 / 线管布线示意图 3

④ 第 4 组布线路径如图 8-40 所示。

D 机柜—A 机柜：高度约为 2.1 m，4 个阳角，3 个阴角。

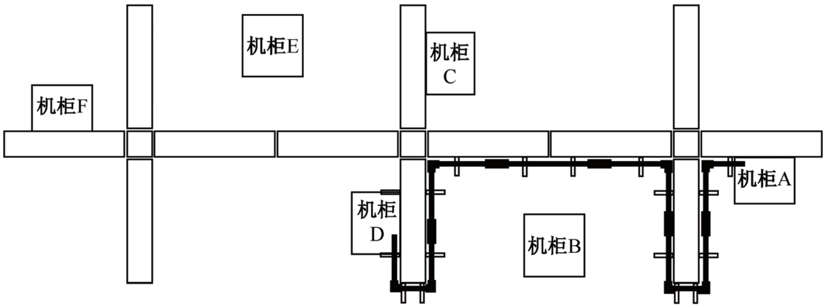


图 8-40　支架固定 PVC 线槽 / 线管布线示意图 4

⑤ 第 5 组布线路径如图 8-41 所示。

A 机柜—C 机柜—F 机柜—D 机柜：这是以上 4 个实训的组合实训。

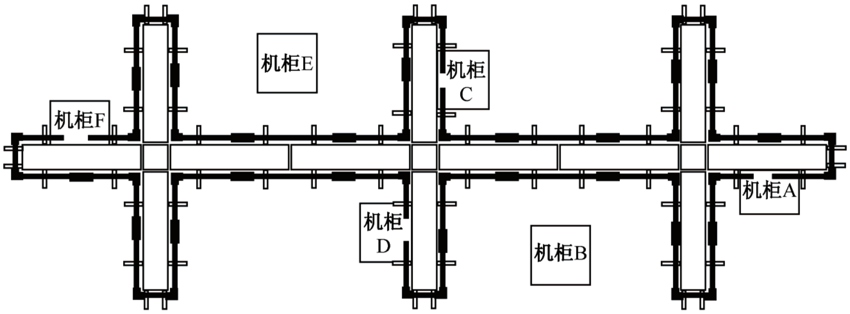


图 8-41　支架固定 PVC 线槽 / 线管布线示意图 5

【实训报告】

（1）画出布线路径图；

（2）统计出布线实际需要的材料和工具；

（3）使用工具的体会和技巧。

实训八　水平桥架布线

【实训目的】

通过桥架的安装和布线实训，了解网络综合布线主干线系统在吊顶上和隐蔽部位布线的原理和要求，以及桥架、吊杆、弯头、三通、直接头、电锤等工具和基本材料的使用方法，了解桥架布线材料的计算方法。

【实训要求】

（1）完成在楼板安装吊杆和桥架的实训；

（2）完成在墙面安装支架和桥架的实训；

（3）掌握在金属桥架的安装方法和技巧；

（4）掌握桥架布线需要材料的计算方法。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）金属桥架约 20 m；

（3）M6 螺栓、支架、吊杆、接头等；

（4）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子、人字梯等；

（5）水平桥架布线参考图见图 8-42。

图 8-42　水平桥架布线

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线；

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下吊杆、膨胀螺栓、桥架、弯头、三通接头、螺栓等材料备用。

（2）在楼板安装桥架时，首先在楼板上画线确定吊杆安装的位置和间距，使用电锤打孔。直径 8 mm 的膨胀螺栓使用 10 mm 钻头打孔，深度根据膨胀螺栓长度确定，以将膨胀管全部埋入楼板为合适深度。常用规格有 8 mm×50 mm、8 mm×80 mm 和 8 mm×100 mm 等。

（3）根据桥架安装高度确定吊杆长度后，安装好吊杆，并且用扳手将螺母拧紧，使膨胀螺栓固定结实。在下部安装桥架挂片，统一调整好高度后，安装桥架。

（4）由于桥架安装较高，一般需要 2～3 人合作完成，必须注意高空安全作业。使用电锤时，必须安装防尘碗，防止灰 / 沙损坏电锤。

【实训报告】

（1）设计桥架布线路径并绘图，计算需要的材料；

（2）写出膨胀螺栓的安装方法；

（3）写出电锤使用注意事项。

【知识拓展】

打吊杆走线槽时，一般是 1～1.5 m 安装一个托架，托架的需求量应根据水平干线的实际长度计算。

托架应根据线槽走向的实际情况来选定。一般有 2 种情况：

（1）水平线槽不贴墙，则需要定购托架；

（2）水平线贴墙走，则可购买角钢制成的三角托架。

实训九　桥架布线安装实训

学生公寓、办公楼等信息点比较集中的地方，在楼道一般采取桥架布线的方式。一般桥架多使用金属桥架，常用的金属桥架的规格有：80 mm×50 mm、100 mm×50 mm、100 mm×80 mm、150 mm×75 mm、200 mm×100 mm 等。

【实训目的】

（1）掌握桥架在配线子系统中的应用；

（2）掌握支架、桥架、弯头、三通等的安装方法；

（3）通过核算、列表、领取材料和工具，训练规范施工的能力。

【实训要求】

（1）设计一种桥架布线路径和方式，并绘制施工图；

（2）按照施工图，核算实训材料的规格和数量，列出材料清单；

（3）准备实训工具，列出实训工具清单，独立领取实训材料和工具；

（4）独立完成桥架的安装和布线。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）宽度 100 mm 的金属桥架、弯头、三通、三角支架、固定螺钉、网线若干；

（3）电动起子、十字头螺丝刀、M6×16 十字头螺钉、登高梯子、卷尺。

【实训步骤】

（1）设计一种桥架布线路径，并且绘制施工图，如图 8-43 所示。

（2）3～4 人成立一个项目组，选择一名项目负责人，项目负责人指定 1 种设计方案进行实训。

（3）按照设计图，核算实训材料规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单。

（4）按照设计图需要，列出实训工具清单，领取实训工具和材料。

（5）固定支架安装。

（6）桥架部件组装和安装。用 M6×16 螺钉把桥架固定在支架上，如图 8-44 所示。

（7）在桥架内布线，边布线边装盖板，如图 8-45 所示。

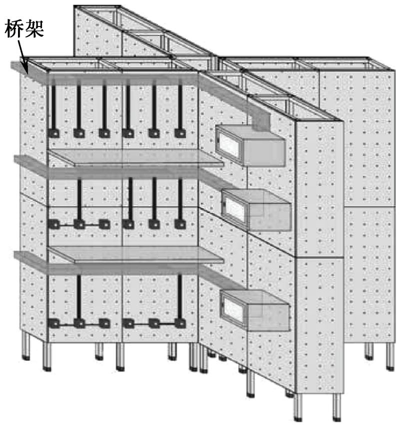


图 8-43　桥架布线

【实训报告】

（1）设计一种全部使用桥架布线的配线子系统施工图；

（2）列出实训材料、工具规格、型号、数量清单表；

（3）安装支架、桥架、弯头、三通等线槽配件的方法和经验。

图 8-44　桥架部件组装和安装

图 8-45　桥架内布线

实训十　配线子系统布线综合实训

【实训目的】

本实训是在完成水平布线系统实训基础上的一个综合和考核实训项目。

【实训要求】

（1）综合实训三到实训八中的材料、工具和路径，设计至少 2 个实训项目；

（2）完成设计的实训项目；

（3）掌握布线需要材料的计算方法。

【实训设备、材料和工具】

（1）实训设备为网络综合布线实训装置；

（2）实训二到实训九中使用过的材料和工具。

【实训步骤】

参考实训二到实训九自己设计实训步骤，并且完成这个实训。

【实训报告】

（1）设计出实训内容，包括路径、材料、工具规格和数量；

（2）写出实训步骤；

（3）写出对水平布线子系统的认识；

（4）写出水平布线子系统的主要相关知识。

第 9 章　干线子系统布线

9.1　干线子系统布线概述

干线子系统一般在大楼的弱电井内（建筑上一般把方孔称为井，圆孔称为孔），位于大楼的中部，它将每层楼的通信间与本大楼的设备间连接起来，构成综合布线结构的最高层——星状结构。星位于各楼层配线间，中心位于设备间。干线子系统也称干线子系统、主干子系统、骨干电缆系统。

干线子系统负责把大楼中心的控制信息传递到各楼层，同时会聚各楼层信息到控制中心，一般还包括外界的信号接入与传出。

干线子系统常见的有下列几种拓扑结构：

（1）星状结构：主配线架为中心节点，各楼层配线架为星节点，每条链路从中心节点到星节点都与其他链路相对独立。这种结构可以集中控制访问策略，目前最常见。其优点有维护管理容易，重新配置灵活，故障隔离和检察容易；缺点有施工量大，完全依赖中心节点。

（2）总线结构：所有楼层配线架都通过硬件接口连接到一个公共干线上（总线），如消防报警系统。它仅仅是一个无源的传输介质，楼层配线间内的设备负责处理地址识别和进行信息处理。这种结构布线量少，扩充方便；但故障诊断与隔离困难。

9.2　干线子系统布线的设计规范

干线子系统的布线要求：

（1）干线子系统所需要的电缆总对数和光纤总芯数，应满足工程的实际需求，并留有适当的备份容量。主干缆线宜设置电缆与光缆，并互相作为备份路由。

（2）干线子系统主干缆线应选择较短的安全路由。主干电缆宜采用点对点终接，也可采用分支递减终接。

（3）如果电话交换机和计算机主机设置在建筑物内不同的设备间，宜采用不同的主干缆线分别满足语音和数据的需要。

（4）在同一层若干电信间之间宜设置干线路由。

（5）主干电缆和光缆所需的容量要求及配置要符合以下规定：

① 对语音业务，大多数主干电缆的对数应按每个电话 8 位模块通用插座配置 1 对线，并在总需求线对的基础上至少预留约 10%的备用线对。

② 对于数据业务应以集线器（HUB）或交换机（SW）群（按 4 个 HUB 或 SW 组成 1 群）。或以每个 HUB 或 SW 设备设置 1 个主干端口配置。每群网络设备或每 4 个网络设备宜考虑 1 个备份端口。主干端口为电端 ICl 时，应按 4 对线容量。为光端口时，则按 2 芯光纤

容量配置。

③ 当工作区至电信间的水平光缆延伸至设备间的光配线设备（BD/CD）时，主干光缆的容量应包括所延伸的水平光缆光纤的容量。

9.3　干线子系统布线要注意的问题

干线子系统布线设计要注意的问题：

（1）在确定干干线子系统所需的电缆总对数之前，必须确定电缆中话音和数据信号的共享原则。

（2）对于话音，干线子系统和水平配线（馈线/配线）的推荐比例为 1:2。对于数据，推荐比例为 1:1。对于干线子系统电缆（话音和数据系统），为将来扩容考虑，通常应有 20%的余量。

（3）确定每层楼的干线子系统电缆要求，根据不同的需要和性价比选择干线电缆类别。要注意不同线缆的长度限制：双绞线<100 m，1000Base-SX 多模短波<550 m，100Base-SX<2 km，1000Base-LX 单模光纤<3 km。

（4）应选择干线子系统电缆最短、最安全和最经济的路由。宜选择带盖的封闭通道敷设干线子系统电缆。

（5）干线子系统电缆可采用点对点端接，也可采用分支递减端接以及电缆直接连接的方法，当然也可混合端接。

点对点接合是最简单、最直接的接合方法，但是由于干线子系统中的各根电缆长度不同，粗细不同，因而设计难度大。其优点是在干线子系统中可采用较小、较轻、较灵活的电缆，不必使用昂贵的接线盒，故障范围可控；其缺点是干线子系统缆数目较多。

分支接合方法是由干线子系统电缆中一根很大的主馈电缆，经过绞线盒分出若干根小电缆，分别接到邻近楼层的配线间。其优点是干线子系统中的主馈电缆数目较少，可节省时间，其成本低于点对点接合方式。

（6）如果设备间与计算机机房处于不同的地点，而且需要把话音电缆连接至设备间，把数据电缆连接至计算机机房，则宜在设计中选择干线子系统电缆的不同部分来分别满足话音和数据的需要。

（7）注意防火、阻燃、强绝缘、防屏蔽、防鼠咬，合理接地，加强防护强度，紧固防振。根据我国国情和标准规范要求，一般常采用通用型电缆，外加金属线槽敷设；特殊场合可采用增强型电缆敷设。

（8）尽量选购单一规格的大对数电缆，一方面可以批量采购，另一方面可以减少浪费。

（9）干线子系统电缆的长度可用比例尺在图纸上实际量得，也可用等差数列计算。每段干线子系统电缆长度要有备用部分（约 10%）和端接容限（可变）的考虑。相对于水平子系统来说，毕竟干线子系统电缆的数量较少，一般根据大楼的楼层高度进行计算会更准确些。

9.4　干线子系统的布线方法

大型建筑中都有开放型的弱电井和弱电间。选择干线子系统电缆路由的原则应是最短、最安全、最经济。垂直干线通道有两种方法可供选择：电缆孔法和电缆井法。水平干线有管道法和托架法两种。

（1）电缆孔法：垂直固定在墙上的一根或一排大口径圆管，大多是直径 10 cm 以上的钢管，垂直电缆走线其中，常见于楼层配线间上下对齐时的情形。

（2）电缆井法：即使用弱电井，它与强电井一样是高层建筑中必备的，是一个每层有小门的独立小房间。房内楼板上的方孔从低层到顶层对直，垂直电缆走线其中，并捆扎于钢绳上，固定在墙上。也可以放置垂直桥架，走线缆于桥架内。

（3）管道法：楼层水平方向上预埋金属管道或设置开放式管道，对水平干线提供密封、机械保护、防火等功能。这种布线方法不太灵活，造价也高，常见于大型厂房、机场或宽阔的平面型建筑物。干线电缆穿入金属管道的填充率一般为 30%～50%。

（4）托架法：也叫托盘、水平桥架，可以是梯子型金属架或密封有盖的方槽。常安装于吊顶内、天花板上，适用于线缆数量较大、变动较多的情形。该方法安装维护方便，但托架和支撑件较贵，占空大，防火难，不美观。

9.5　干线子系统布线实训

通过在墙面安装大规格宽 40 PVC 线槽、Φ40 PVC 管、钢缆等干线子系统的实训，了解网络综合布线——干线子系统的基本原理和要求，以及常用工具和基本材料的使用方法。熟练掌握干线子系统的设计和布线、施工原则。

实训一　干线子系统线管布线

【实训目的】

了解垂直布线子系统的基本原理和要求，初步掌握干线子系统布线的设计和施工原则。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成竖井内模拟布线实训，合理设计和施工布线系统，路径合理；

（3）垂直布线平直、美观，接头合理；

（4）掌握干线子系统线槽 / 线管的接头和三通连接以及大线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（5）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（6）掌握大线槽布线规格和允许布线数量。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）Φ40 PVC 管、管卡、接头、弯头若干；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子、人字梯等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径，确定在建筑物竖井内的安装位置；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下宽 40 PVC 线槽、直接头、三通、管卡、M6 螺栓、锯弓等材料和工具备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面安装管卡，在垂直方向每隔 500～600 mm 安装 1 个管卡。管卡安装方法如图 9-1 所示。

（3）在拐弯处用 90 度弯头连接，安装 Φ40 PVC 管。两根 PVC 管之间用直接头连接，3 根管之间用三通连接。同时在 PVC 管内穿 4-UTP 网线。机柜内必须预留网线 1.5 m。

（4）每组实训路径如图 9-2 所示。

（5）分组实训路径如图 9-3 所示。

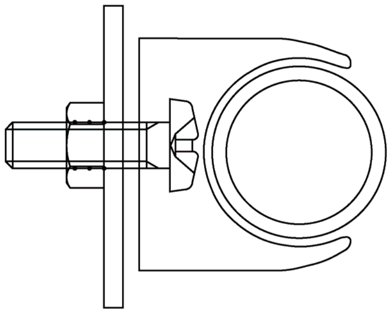


图 9-1　管卡安装

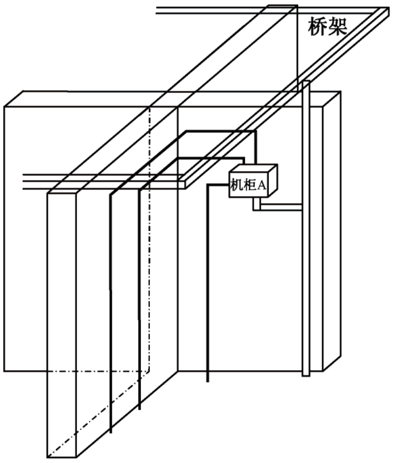


图 9-2　垂直布线系统实训——小组布线示意图

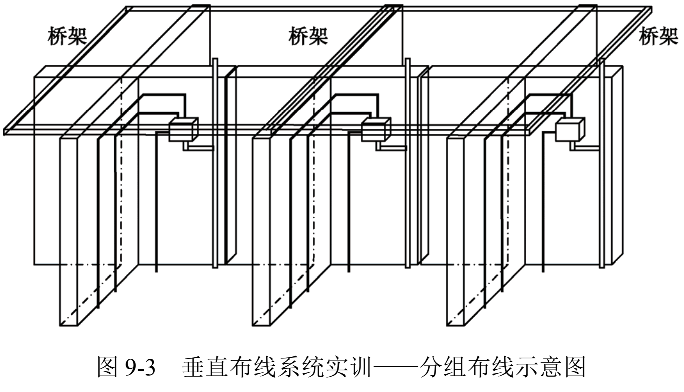


图 9-3　垂直布线系统实训——分组布线示意图

实训装置有长为 1.2 m，宽为 1.2 m 的角共 12 个，可以模拟 12 个建筑物竖井进行干线子系统布线实训。12 个小组可以同时进行实训。

【实训报告】

（1）画出干线子系统 PVC 管布线路径图；

（2）计算出布线需要弯头、接头等的材料和工具；

（3）写出大规格 PVC 管穿线数量和要求；

（4）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

1）垂直干线子系统设计的基本概念和要求

干线子系统的任务是通过建筑物内部的传输电缆，把各个楼层接线间的信号传送到设备间，再传送到最终接口，最后通往外部网络。它必须满足当前需要，又要适应今后发展。一般包括：

（1）供各条干线接线间之间的电缆走线用的竖向通道；

（2）主设备间与计算机中心间的电缆。

2）干线子系统的一般设计要求

（1）确定每层楼的干线要求；

（2）确定整座楼的干线要求；

（3）确定从楼层到设备间的干线电缆路由；

（4）确定干线接线间的接合方法；

（5）选定干线电缆的长度；

（6）确定敷设附加横向电缆时的支撑结构。

实训二　干线子系统线槽布线

【实训目的】

通过在墙面安装大规格宽 40 PVC 线槽、Φ40 PVC 管、钢缆等干线子系统的实训，了解网络综合布线——干线子系统的基本原理和要求，以及常用工具和基本材料的使用方法。进一步掌握干线子系统的设计、布线和施工原则。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成竖井内模拟布线实训，合理设计和施工布线系统，路径合理；

（3）垂直布线平直、美观，接头合理；

（4）掌握干线子系统线槽／线管的接头和三通连接以及大线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（5）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧；

（6）掌握大线槽布线的规格和允许布线的数量。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）宽 40 PVC 线槽、接头、弯头等；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子、人字梯等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径，确定在建筑物竖井内的安装位置；

（2）计算并准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下宽 40 PVC 线槽、直接头、三通、M6 螺栓、锯弓等材料和工具备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面的垂直方向上每隔 500～600 mm 安装 1 个螺钉。

（3）在拐弯处用 90 度弯头连接，安装 PVC 线槽。两根 PVC 线槽之间直接连接，三根线槽之间用三通连接。同时，在槽内安装 4-UTP 网线。机柜内必须预留网线 1.5 m。

（4）安装线槽前，根据需要在线槽上开直径为 8 mm 的孔，用 M6 螺栓固定使用，每个小组实训路径如图 9-4 所示。

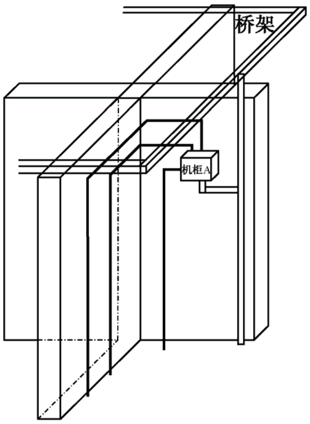


图 9-4　干线子系统布线

（5）分组实训路径如下：实训装置有长为 1.2 m，宽为 1.2 m 的角共 12 个，可以模拟 12 个建筑物竖井进行干线子系统布线实训。12 个小组可以同时进行实训，如图 9-5 所示。

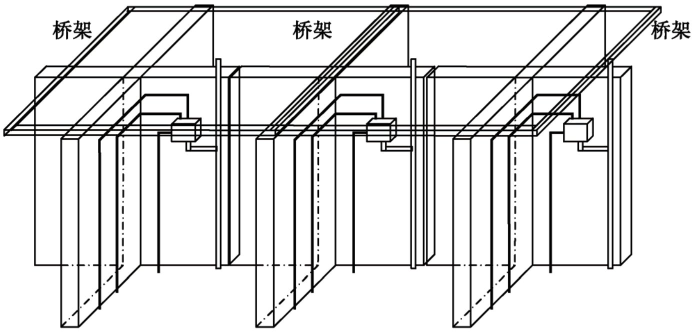


图 9-5　垂直布线系统实训——分组布线示意图

【实训报告】

（1）画出干线子系统 PVC 线槽布线的路径图；

（2）计算出布线需要的弯头、接头等的材料和工具；

（3）写出大规格 PVC 线槽的穿线数量和要求；

（4）使用工具的体会和技巧。

【拓展知识】

双绞线敷设要求包括：

（1）双绞线敷设时线要平直，走线槽或者线管，不要扭曲、缠绕；

（2）双绞线的两端要标号；

（3）双绞线的室外部分要穿管保护，严禁搭接在树干上；

（4）双绞线不要拐硬弯。

实训三　线槽 / 线管综合布线

干线子系统布线实训路径是从设备间 1 台网络配线机柜到 1、2、3 楼 3 个管理间机柜之间的布线施工，如图 9-6 所示。

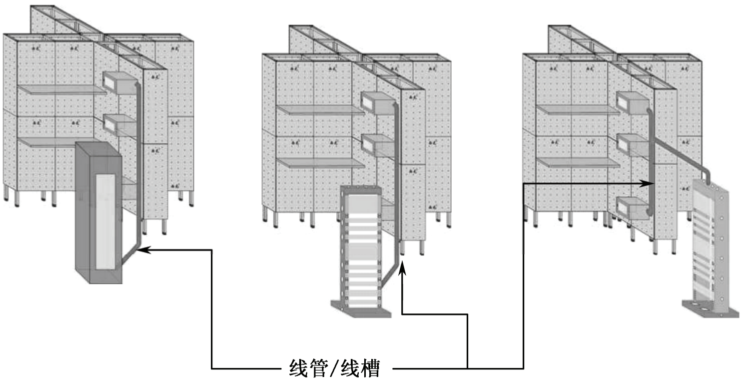


图 9-6　干线子系统布线

主要包括以下施工项目：

（1）PVC 线管或者线槽沿墙面垂直安装；

（2）干线子系统与楼层机柜之间的连接，包括侧面进线、下部进线、上部进线等方式；

（3）干线子系统与管理间配线机柜之间的连接，包括底部进线、上部进线等方式。

【实训目的】

（1）通过设计干线子系统布线路径和距离的设计，熟练掌握干线子系统的设计；

（2）通过线槽 / 线管的安装和穿线等，熟练掌握干线子系统的施工方法；

（3）通过核算、列表、领取材料和工具，训练规范施工的能力。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成竖井内模拟布线实训，合理设计和施工布线系统，路径合理；

（3）垂直布线平直、美观，接头合理；

（4）掌握干线子系统线槽 / 线管的接头和三通连接以及大线槽开孔、安装、布线、盖板的方法和技巧；

（5）掌握锯弓、螺丝刀、电动起子等工具的使用方法和技巧。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）PVC 塑料管、管接头、管卡若干；

（3）宽 40 PVC 线槽、接头、弯头等；

（4）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、电动起子、人字梯等。

【实训步骤】

（1）设计一种使用 PVC 线槽 / 线管从设备间机柜到楼层管理间机柜的干线子系统，并且绘制施工图，如图 9-6 所示；

（2）按照设计图，核算实训材料规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单；

（3）按照设计图需要，列出实训工具清单，领取实训材料和工具；

（4）安装 PVC 线槽 / 线管，如图 9-7 所示；

图 9-7　安装 PVC 线槽 / 线管

（5）明装布线实训时，边布管边穿线。

【实训报告】

（1）画出干线子系统 PVC 线槽 / 线管的布线路径图；

（2）计算出布线需要的弯头、接头等的材料和工具。

实训四　钢缆扎线实训

【实训目的】

通过在墙面安装大规格宽 40 PVC 线槽、Φ40 PVC 管、钢缆等干线子系统的实训，了解网络综合布线——干线子系统的基本原理和要求，以及常用工具和基本材料的使用方法。熟练掌握干线子系统的设计、布线和施工原则。

【实训要求】

（1）计算和准备好实训需要的材料和工具；

（2）完成竖井内钢缆扎线实训，合理设计和施工布线系统，路径合理；

（3）垂直布线平直、美观，扎线整齐合理；

（4）掌握干线子系统支架、钢缆和扎线的方法和技巧；

（5）掌握活扳手、U 型卡、线扎等工具和材料的使用方法和技巧；

（6）掌握扎线的间距要求。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）直径 5 mm 钢缆、U 型卡、支架若干；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、活扳手、人字梯等。

【实训步骤】

（1）规划和设计布线路径，确定在建筑物竖井内安装支架和钢缆的位置和数量，如图 9-8 所示；

（2）计算和准备实训材料和工具；

（3）安装和布线。

详细实训步骤和布线方法如下所述：

（1）根据规划和设计好的布线路径准备好实训材料和工具，从货架上取下支架、钢缆、U 型卡、活扳手、线扎、M6 螺栓、锯弓等材料和工具备用。

（2）根据设计的布线路径在墙面安装支架，在水平方向每隔 500～600 mm 安装 1 个支架，在垂直方向每隔 1 000 mm 安装 1 个支架。支架安装方法如图 9-9 所示。

（3）支架安装好以后，根据需要的长度用钢锯裁好合适长度的钢缆，必须预留两端绑扎长度。用 U 型卡将钢缆按照图 9-9 所示固定在支架上。

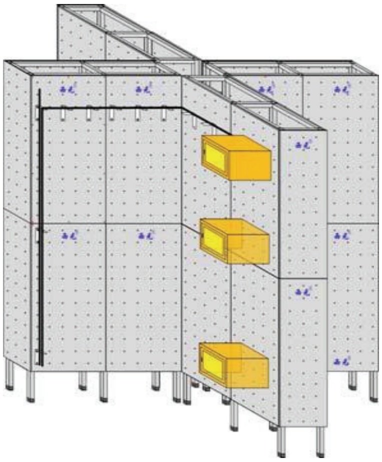


图 9-8　规划和设计布线路径

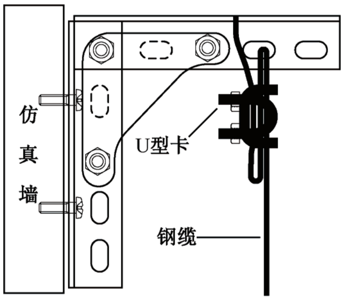


图 9-9　支架安装方法

（4）用线扎将线缆绑扎在钢缆上，间距为 500 mm 左右。在垂直方向均匀分布线缆的重量。绑扎时不能太紧，以免破坏网线的绞绕节距。也不能太松，避免线缆的重量将线缆

拉伸。

（5）每个小组实训路径如图 9-10 所示。

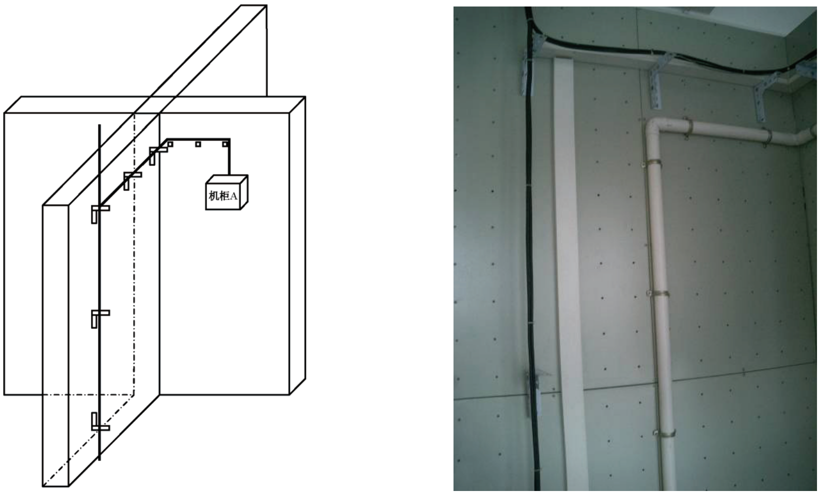


图 9-10　垂直布线系统实训——钢缆扎线布线实训示意图

（6）分组实训路径如图 9-11 所示。实训装置有长为 1.2 m，宽为 1.2 m 的角共 12 个，可以模拟 12 个建筑物竖井进行干线子系统布线实训。12 个小组可以同时进行实训。

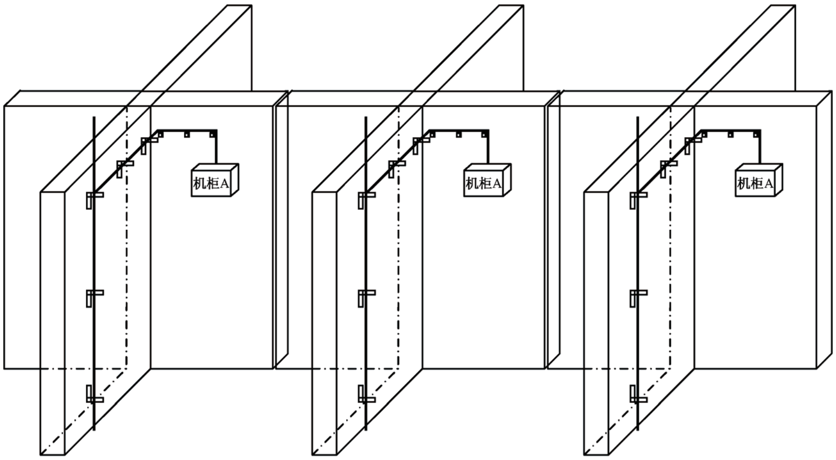


图 9-11　布线系统实训——钢缆扎线布线实训分组示意图

【实训报告】

（1）写出钢缆绑扎线缆的基本要求和注意事项。

（2）计算出需要的 U 型卡、支架等的材料和工具。

【拓展知识】

电缆井（孔）布线方法：电缆井方法常用于垂直干线子系统通道，也就是常说的竖井。电缆井是指在每层楼板上开出一些方孔，使电缆可以穿过这些电缆井，并从某层楼伸到相邻的楼层，如图 9-12 所示。电缆井的大小依所用电缆的数量而定。与电缆孔方法一样，电缆也

是捆在或箍在支撑用的钢绳上的，钢绳靠墙上的支架或地板三角架固定住。离电缆井很近的墙上立式金属架可以支撑很多电缆。电缆孔的选择非常灵活，可以让粗细不同的各种电缆以任何组合方式通过。

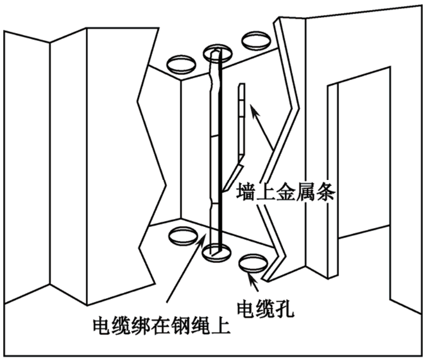


图 9-12　电缆井（孔）布线方法

第 10 章　设备间子系统布线

10.1　设备间子系统概述

设备间是指在每一幢大楼的适当地点设置进线设备，进行网络管理以及管理人员值班的场所。设备间子系统由综合布线系统的建筑物进线设备、电话、数据、计算机等各种主机设备及其保安配线设备等组成。设备间内的所有进线终端设备均采用色标，以区别各类用途的配线区。设备间的位置和大小应根据设备的数量、规模、最佳网络中心等内容综合考虑确定。

设备间一般位于建筑物中间偏下的楼层。

1．设备间子系统设计标准

（1）《电子计算机机房设计规范》（GB50174—93）；

（2）《计算机场站技术条件》（GB2887—89）；

（3）《工业企业程控用户交换机工程设计规范》（CECS09:89）。

2．设备间子系统的设计原则

确定设备间位置一般应遵守下列条款：

（1）尽量建在建筑物平面及其综合布线系统干线综合体的中间位置；

（2）尽量靠近服务电梯，以便装运笨重设备；

（3）尽量避免设在建筑物的高层或地下室以及用水设备的下层；

（4）尽量远离强振动源和强噪声源；

（5）尽量避开强电磁场的干扰源；

（6）尽量远离有害气体源以及存放腐蚀、易燃、易爆物的场所；

（7）尽量靠近弱电井，以减少线缆浪费。

设备间子系统的硬件大致与管理子系统的硬件相同，基本上由光纤、铜线电缆、跳线架、引线架和跳线构成；只不过其规模比管理子系统大得多。设备间要增加防雷、防过压和防过流的保护设备。这些防护设备是同电信局进户线、程控交换机主机和计算机主机配合设计安装的，有时需要综合布线系统配合设计。

设备间的所有进线终端设备宜采用色标表示：绿色表示网络接口的进线侧，即电话局线路；紫色表示网络接口的设备侧，即中继/辅助场总机中继线；黄色表示交换机的用户引出线；白色表示干线电缆和建筑群电缆；蓝色表示设备间至工作站或用户终端的线路；橙色表示来自多路复用器的线路。

设备间根据规模和功能需要，可以划分在多个独立房间。

3．设备间面积测算要注意的事项

（1）根据设备间的数量、规模、最佳网络中心等因素来综合考虑设备间的位置和大小。

（2）中间应留出一定的空间，以便容纳未来的交连硬件。

（3）有充裕的管理维护空间，甚至包括维修用房、值班休息用房。

（4）门的宽度最小 90 cm，高度大于 2.1 m 或与其他门一致。

（5）楼板荷重依设备而定，其中 A 级应大于等于 500 kg/m^2，B 级应大于等于 300 kg/m^2。若不足，应加固。

（6）实用面积一般不小于 20 m^2，可按以下公式估算：

$$S=（5\sim7）\sum 每设备占地面积$$

或

$$S=（4.5\sim5.5\ m^2）\times 设备总数$$

10.2　设备间子系统布线的设计规范

设备间是在每一幢大楼的适当地点设置计算机网络设备、电信设备，以及建筑物配线设备，并对网络进行管理的场所。设备间主要安装建筑物配线设备（BD）。

设备间子系统的设计要求包括：

（1）设备间的位置及大小应综合考虑设备的数量、规模和最佳网络中心等因素。

（2）设备间要位于垂直线子系统的中间位置，并考虑主干缆线的传输距离与数量。

（3）设备间要尽可能靠近建筑物线缆竖井位置，有利于主干缆线的引入。

（4）设备间内安装的 BD 配线设备干线侧容量应与主干缆线的容量一致。设备侧的容量应与设备端口容量一致或与干线侧配线设备容量一致。

（5）设备间内的所有总配线设备应采用色标来区别各类配线区的用途。

（6）设备间梁下净高应高于 2.5 m，采用外开双扇门，门宽不应小于 1.5 m。

（7）设备间子系统应是开放式星型拓扑结构，能满足语音、数据、图文、图像等多媒体业务的需求。

10.3　设备间子系统设备的安装要求

1）机柜设计和安装的原则

机柜内安装标准 U 设备的数量和容量，应该考虑设备的散热量，每个设备间应该留 1～3 U 的空间，利于散热、接线和检修。

机柜在机房的布置必须考虑远离配电箱，四周保证有 1 m 的通道和检修空间。

2）立式机柜的安装方法

确定机柜位置后，实际测量其尺寸，并将机柜就位。然后将机柜底部的定位螺栓向下旋转，将 4 个轱辘悬空，保证机柜不能转动。

接入电源，连接机柜内风扇。

3）壁挂式机柜的安装方法

壁挂式机柜一般安装在墙面上，必须避开电源线路，高度在 2.5 m 以上。安装前，现场用纸板比对机柜上的安装孔，做一个样板，按照样板孔的位置在墙面开孔，安装 10～12 mm 膨胀螺栓 4 个，然后将机柜安装在墙面，引入电源。

10.4　设备间子系统布线实训

设备间一般设在建筑物中部或在建筑物的 1、2 层，避免设在顶层或地下室。设备间内主要安装了计算机、计算机网络设备、电话程控交换机、建筑物自动化控制设备等硬件设备。

实训一　机柜安装实训

【实训目的】

（1）通过设备间常用机柜的安装实训，了解工作区机柜的布置原则和安装方法及使用要求，熟悉常用机柜的规格和性能；

（2）熟悉和掌握楼层设备间常用机柜、线架等各种标准机柜在设备间的布置和安装；

（3）熟悉和掌握设备间机柜内 RJ-45 配线架、110 通信跳线架、理线环安装；

（4）熟悉和掌握设备间机柜内进线—配线—跳线—理线等操作。

【实训要求】

（1）完成立式机柜的定位、地脚螺丝调整、门板的拆卸和重新安装；

（2）完成壁挂式机柜的定位、墙面固定安装；

（3）了解机柜的布置原则和安装方法及使用要求；

（4）通过机柜的安装，掌握机柜门板的拆卸和重新安装。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）42U 立式机柜 2 个，壁挂式 6U 机柜 4 个；

（3）十字头螺丝刀、M6 螺栓等。

【实训步骤】

（1）准备实训工具，列出实训工具清单。

（2）领取实训材料和工具。

（3）确定立式机柜安装位置。

2～3 人组成一个项目组，选举项目负责人，每组设计一种设备安装图，并且绘制图纸。项目负责人指定 1 种设计方案进行实训，如图 10-1 所示。

（4）实际测量尺寸。

（5）准备好需要安装的设备——42U 立式网络机柜，将机柜就位，然后将机柜底部的定位螺栓向下旋转，将 4 个轱辘悬空，保证机柜不能转动，如图 10-2 所示。

（6）安装完毕后，学习机柜门板的拆卸和重新安装。

图 10-1　机柜安装

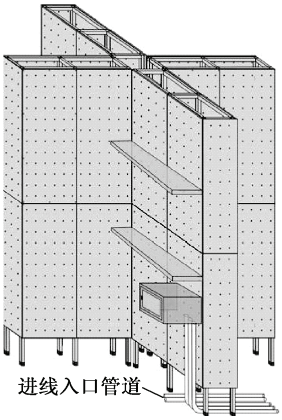


图 10-2　机柜安装

【实训报告】

（1）写出机柜安装的原则和方法；

（2）写出常用机柜的规格。

【拓展知识】

1）常用服务器机柜（如图 10-3 所示）

图 10-3　常用服务器机柜

（1）安装立柱尺寸为 480 mm（19 英寸）。内部安装设备的空间高度一般为 1 850 mm（42U）。

（2）采用优质冷轧钢板，独特表面静电喷塑工艺，耐酸碱，耐腐蚀，保证可靠接地、防雷击。

（3）走线简洁，前后及左右面板均可快速拆卸，方便各种设备的走线。

（4）上部安装有 2 个散热风扇，下部安装有 4 个转动轱辘和 4 个固定地脚螺栓。

这类机柜适用于 IBM、HP、Dell 等各种品牌导轨式上安装的机架式服务器，也可以用于安装普通服务器和交换机等标准 U 设备。一般安装在网络机房或者楼层设备间。

2）常用网络机柜的规格（见表 10-1）

表 10-1　常用网络机柜的规格

规格	高度 / mm	宽度 / mm	深度 / mm	
42U	2 000	600	800	650
37U	1 800	600	800	650
32U	1 600	600	800	650
25U	1 300	600	800	650
20U	1 000	600	800	650
14U	700	600	450	
7U	400	600	450	
6U	350	600	420	
4U	200	600	420	

3）壁挂式网络机柜

壁挂式网络机柜主要用于摆放轻巧的网络设备，外观轻巧美观，全柜采用全焊接式设计，牢固可靠。机柜背面有 4 个挂墙的安装孔，可将机柜挂在墙上节省空间。

小型挂墙式机柜见图 10-4，具有体积小、纤巧、节省机房空间等特点，广泛用于计算机数据网络、布线、音响系统、银行、金融、证券、地铁、机场工程、工程系统等。

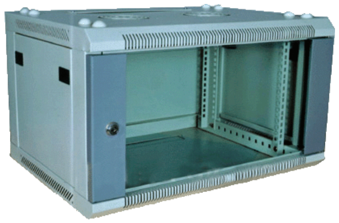


图 10-4　小型挂墙式机柜

实训二　配线架、理线环安装实训

【实训目的】

通过网络配线架的安装和压接线实训，了解网络机柜内布线设备的安装方法和使用功能，常用工具和基本材料的使用方法。

【实训要求】

（1）完成网络配线架的安装和压接线实训；

（2）完成理线环的安装和理线实训。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置；

（2）网络机柜、配线架、理线环、螺栓等；

（3）十字头螺丝刀、压线钳等。

【实训步骤】

（1）确定机柜内需要安装的设备和数量，合理安排配线架、理线环的位置，主要考虑级连线路合理，施工和维修方便。

（2）准备好需要安装的设备，打开机柜自带的螺钉包，在设计好的位置安装配线架、理线环等设备。注意保持设备平齐，螺钉固定牢固。

（3）安装完毕后，开始理线和压接线缆。

【实训报告】

（1）画出机柜内安装设备布局示意图；

（2）写出常用理线环和配线架的规格；

（3）写出 24 位配线架的电气参数。

【拓展知识】

（1）24 位 / 48 位配线架（带理线），如图 10-5 所示。

- 卡接簧片镀银：可重复次数>200 次；
- 绝缘电阻：正常大气压条件下，绝缘电阻≥100 MΩ；
- 接触电阻：（不包括体电阻）正常大气压条件下，接触电阻≤2.5 MΩ；
- 寿命：插头、插座可重复插拔次数≥750 次；
- 抗电强度：DC1000V（AC700V）1 min 无击穿和飞弧现象。

（2）墙柜式超 5 类配线架。

- 卡接簧片镀银，可重复次数>200 次；
- 铁板颜色：喷塑，黑色；
- 寿命：插头、插座可重复插拔次数≥750 次；
- 抗电强度：DC1000V（AC700V）1 min 无击穿和飞弧现象。

（3）50 对 110 型跳线架。

- 110 型跳线架分为两种，如图 10-6 所示。
- 110 型模块插孔配线架如图 10-7 所示，其安装图如图 10-8 所示。

图 10-5　24 位 / 48 位配线架

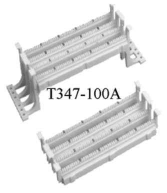


图 10-6　50 对 110 型跳线架

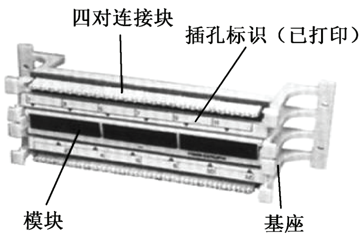


图 10-7　110 型模块插孔配线架

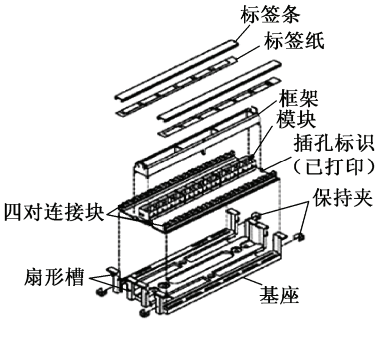


图 10-8　110 型模块插孔配线架安装图

第 11 章　电信间子系统布线

11.1　电信间子系统布线概述

电信间又称配线间、管理间，分布在建筑物的每一层。电信间的配线设备由双绞线跳线架、光纤跳线架、机柜以及输入/输出设备等组成，主要完成干线子系统与配线线子系统的转接，其交连方式取决于工作区设备的需要和数据网络的拓扑结构。

1．电信间位置的选择

电信间位置的选择要遵循以下原则：

（1）电信间面积可大可小，根据本楼层需放置的配线设备数量和管理需求确定，它甚至可以是一个墙柜；

（2）电信间位置一般位于楼层中间，靠近弱电井，远离电磁、振动等干扰源；

（3）确保安全，包括防火、防水、防潮、防爆和防止非授权改动跳接；

（4）当信息点少时，相邻楼层电信间可合并为一个，但不能超过线缆极限距离。

2．配线设备的选择

（1）配线柜：有墙柜、立地机柜。其中立地机柜有全高（2 m）、半高之分，外沿宽度为60～80 cm，深度为60～90 cm，内支撑架宽为标准的19英寸（480 mm）。还有敞开式配线机架及特殊的定制配线柜等。

（2）配线架：有标准的19英寸RJ-45配线架，110系列夹接式（110A，不方便经常进行修改、移位或重组）和插接式（110P，方便经常进行修改、移位或重组）模块，LGX光纤配线架，600B混合配线架，电话接线排桩等。

（3）空板、理线器、过线槽、紧固件、扎线带、标签带（条）等。

（4）打线工具、压接工具、熔接工具、标签打印工具等。

（5）电源：支持机柜风扇以及有源网络通信设备。

一般根据本层信息点数量与分类使用不同的配线设备，并确定数量。例如，采用24口RJ-45配线架，则每200点设一个全高机柜。若大楼内需配100对模拟电话容量，采用110配线架需要200对，100对连接电信，100对连接桌面，通过跳线灵活完成电话配号。

布线设备的数量必须考虑一定的冗余量。

布线时，同类信息点应尽量放在一起，不同功能的配线分开放置。

11.2　电信间子系统布线的设计规范

电信间子系统的要求：

（1）管理间位置要根据设备的数量、规模、网络构成等因素，综合考虑确定。

（2）每幢建筑物内应至少设置 1 个设备间，如果电话交换机与计算机网络设备分别安装在不同的场地或根据安全需要，也可设置 2 个或 2 个以上设备间，以满足不同业务的设备安装需要。

（3）建筑物综合布线系统与外部配线网连接时，应遵循相应的接口标准要求。

11.3　电信间子系统布线安装工艺要求

现在，许多大楼在进行综合布线设计时都考虑在每一楼层设立一个管理间（电信间），用于管理该层的信息点，摒弃了以往各楼层共享一个电信间子系统的做法，这也是布线的一种趋势。

1）电信间子系统的设计要点

- 配线架的配线对数由管理的信息点数决定；
- 利用配线架的跳线功能使布线系统更加灵活、多功能；
- 配线架一般由光缆配线盒和铜缆配线架组成；
- 电信间子系统应该有足够的空间放置配线架、配线盒及其他网络设备；
- 有 HUB、交换机的地方要配有专用的稳压电源；
- 保持一定的温度、湿度，保养好设备。

2）电信间子系统的管理方式

交连和互连允许将通信线路定位或重定位在建筑物的不同部分，以便能更容易地管理通信线路。I/O 位于用户工作区和其他房间或办公室，以便移动终端设备使用时能够方便地进行插拔。

（1）单点管理。单点管理双交连，即从设备间出来后，进入第 2 个交接点（若没有交接间，这一点可设在指定的墙壁上）。

（2）双点管理。双点管理双交连，即除了在设备间有一个管理点外，在二级交接间或用户的墙壁上还有第二个可管理的交接区。

当综合布线规模较大时，可设置双点管理双交连。

3）电信间子系统的交连硬件部件

在电信间子系统中，信息点的线缆是通过信息点集线面板进行管理的，而语音点的线缆是通过 110 交连硬件进行管理的。

信息点的集线面板有 12 口、24 口和 48 口等，应根据信息点的多少配备集线面板。

11.4　综合布线标记

布线标记/标签可以表示端接区域、物理位置、编号、信息点性质、容量规格等，使维护人员在现场维护时能一目了然。常见标记如下所述：

（1）综合布线使用三种标记，即电缆标记、区域标记、接插件标记。其中接插件标记最

常用，分为不干胶标记条和插入式标记条。

（2）综合布线的每条线缆、光缆、配线设备、端接点、安装通道和安装空间都应给定唯一的标识，标识中可包括名称、颜色、编号、字符串或其他组合。

（3）配线设备、缆线、信息插座均应设置不易脱落和磨损的标识，并应有详细的书面记录和图纸资料。

（4）电缆和光缆的两端应采用不易脱落和磨损的不干胶标记条标明相同的编号。

（5）所有标记必须记录准确、更新及时，编排便于查阅。

每个信息点标记应该提供以下信息：楼幢号、楼层号、工作区号、房间号、房内信息序号、信息类型号。它们都可以用数字或英文字母表示，为方便阅读，一般以字母开头，数字和字母间隔表示，或者用“?”或“.”分割。例如，“A15C11-07I”表示 A 号楼 15 层 C 区 11 号房间的第 7 号点，是个国际互联网点。房内信息序号一般是进门按顺时针记数的信息端口顺序号。

但是，对 RJ-45 配线架上贴的标签，其宽度一般只能支持 6～7 个字母或数字，所以我们应根据实际布线环境灵活运用。例如，只有一幢办公楼，每间信息点数量不超过 10 个，可采用“房间号+信息类型+序号”的方式，“1507T5”表示 1507 号房间（15 楼）的第 5 个信息点是电话。工作区的每个信息口也可标记，如“机柜号+配线架号+端口序号”。例如，“A07–11”表示 A 机柜上从上往下数第 7 个配线架，从左向右第 11 个端口。

配线架上的每根短跳线至少应该提供序号。

11.5　电信间子系统布线实训

在电信间子系统壁挂网络机柜内主要安装铜缆配线设备，一般有网络交换机、路由器、防火墙、网络线配线架、110 跳线架、理线环等，如图 11-1 所示。

图 11-1　某学校网络管理中心——机房

实训　管理间设备安装实训

【实训目的】

（1）通过网络配线设备的安装和压接线实训，了解网络机柜内布线设备的安装方法和使用功能；

（2）通过配线设备的安装，熟悉常用工具和配套基本材料的使用方法。

【实训要求】

（1）准备实训工具，列出实训工具清单；

（2）独立领取实训材料和工具；

（3）完成网络配线架的安装和压接线实训；

（4）完成理线环的安装和理线实训。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）配线架，每个壁挂机柜内 1 个；

（3）理线环，每个配线架 1 个；

（4）4-UPT 网络双绞线，模块压接线实训用；

（5）十字头螺丝刀，长度为 150 mm，用于固定螺钉，一般每人 1 个；

（6）压线钳，用于压接网络配线架模块，一般每人 1 个。

【实训步骤】

（1）设计一种机柜内安装设备布局示意图，并且绘制安装图，如图 11-2 所示。

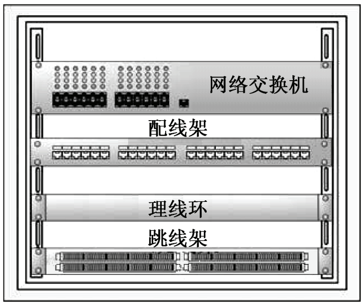


图 11-2　机柜内安装设备布局示意图

3～4 人组成一个项目组，选举项目负责人，每组设计一种设备安装图，并且绘制图纸。项目负责人指定 1 种设计方案进行实训。按照设计图，核算实训材料的规格和数量，掌握工程材料核算方法，列出材料清单。

（2）按照设计图，准备实训工具，列出实训工具清单。

（3）领取实训材料和工具。

（4）确定机柜内需要安装的设备和数量，合理安排配线架、理线环的位置，主要考虑级连线路合理，施工和维修方便。

（5）准备好需要安装的设备，打开设备自带的螺钉包，在设计好的位置上安装配线架、

理线环等设备，注意保持设备平齐，螺丝固定牢固，并且做好设备编号和标记，如图 11-3 所示。安装完毕后，开始理线和压接线缆，如图 11-4 所示。

图 11-3　配线架、跳线架安装

图 11-4　交换机、配线架安装

☞**注意：**在机柜内设备之间的安装距离至少留 1U 的空间，便于设备的散热。

【实训报告】

（1）画出机柜内安装设备布局示意图；

（2）写出常用理线环和配线架的规格；

（3）分步陈述实训程序或步骤，以及安装注意事项；

（4）写出实训体会和操作技巧。

第 12 章　建筑群子系统布线

12.1　建筑群子系统布线概述

建筑群子系统是在多幢建筑物之间建立的数据通信连线。这部分布线系统可以是架空电缆、直埋电缆、地下管道电缆或者这三者敷设方式的任意组合。当然，也可以用无线通信手段。

建筑群子系统的最大特点是室外环境恶劣，距离大，施工量大。因此，要特别加强防护，同时传输介质一般采用光缆和大对数电缆。

外线接入建筑物一定要接入独立的配线架，并且固定好。对于铜缆要进行电气保护，以保护接入设备不受过流过压的损坏；对于光缆则不必进行电气保护。

建筑群间线缆与室内线缆的差别只是在外层保护上，以适应户外使用，在技术指标上没有差别。

建筑群子系统的布线方法有如下几种：

（1）架空布线法：由电线杆支撑的电缆于建筑物之间悬空。电缆可采用自支撑电缆，也可把户外电缆缚在钢丝绳上。采用这种布线方法要服从电信电缆架空敷设的有关规定。

（2）巷道布线法：利用建筑物的地下巷道来敷设电缆，不但造价低，而且可利用原有的安全设施。为防止热气或热水泄漏而损坏电缆，电缆的安装位置应与热水管保持足够的距离。另外，电缆还应安置在巷道内尽可能高的地方，以免因被水淹没而损坏。这种布线方法常见于城市内利用电力、电信和有线电视等其他管网布设光缆。

（3）直埋布线法：除了穿过基础墙的那部分电缆之外，电缆的其余部分都没有管道保护。基础墙的电缆孔应尽量往外延伸，达到没有人动土的地方，以免以后有人在墙边挖土时损坏电缆。直埋电缆通常应埋在距地面 60 cm 以下的地方，如果在同一土沟埋入了通信电缆和电力电缆，应设立明显的共用标志。

（4）管道内布线法：由管道和入孔组成地下系统，用来对网络内的各个建筑物进行互连。由于管道是由耐腐蚀材料做成的，它对电缆提供了最好的机械保护，使电缆受损时维修停用的机会减到最小程度。埋设的管道起码要低于地面 45 cm 或者应符合本地有关法规规定的深度。在电源入孔和通信入孔共用的情况下（入孔里有电力电缆），通信电缆不要在入孔里进行端接。通信管道与电力管道之间必须用至少 8 cm 的混凝土或 30 cm 的压实土层隔开。安装时至少应埋设一个备用管道并放一根拉线，供以后扩充使用。

12.2　建筑群子系统布线的设计规范

1．建筑群子系统的设计规范

（1）建筑物与建筑群配线设备处各类设备缆线和跳线的配备宜按计算机网络设备的使用

端口容量和电话交换机的实装容量、业务的实际需求或信息点总数的比例进行配置，比例范围为25%～50%。

（2）建筑群子系统CD的要求：

① CD宜安装在进线间或设备间，并可与入口设施或BD合用场地；

② CD配线设备内、外侧的容量应与建筑物内连接BD配线设备的建筑群主干缆线容量及建筑物外部引入的建筑群主干缆线容量相一致。

2．建筑群电缆设计步骤

（1）确定建筑群现场的特点，确定建筑物的电缆出入口/起止点。

（2）确定电缆系统的一般参数，选择所需电缆的类别和规格。

（3）了解沿途土壤类型、明显障碍物的位置和地下公用设施等，确定布线方案，以及是否需要相关审批。

（4）确定主电缆路由和另选电缆路由，提供设计方案图。

（5）确定每种选择方案的劳务成本，材料清单和成本，工期；选择最经济、最实用的设计方案。

（6）留一定的冗余链路。

12.3　建筑群子系统布线的安装工艺要求

缆线布放的安装工艺要求如下：

（1）配线子系统缆线宜采用在吊顶、墙体内穿管或设置金属密封线槽及开放式（电缆桥架、吊挂环等）敷设，当缆线在地面布放时，应根据环境条件选用地板下线槽、网络地板、高架（活动）地板布线等安装方式。

（2）干线子系统垂直通道穿过楼板时宜采用电缆竖井方式。也可采用电缆孔、管槽的方式，电缆竖井的位置应上下对齐。

（3）建筑群之间的缆线宜采用地下管道或电缆沟敷设方式，并应符合相关规范的规定。.

（4）缆线应远离高温和电磁干扰的场地。

（5）管线的弯曲半径应符合表12-1所示的要求。

表12-1　管线敷设弯曲半径

缆线类型	弯曲半径
2芯或4芯水平光缆	>25 mm
其他芯数和主干光缆	不小于光缆外径的10倍
4对非屏蔽电缆	不小于电缆外径的4倍
4对屏蔽电缆	不小于电缆外径的8倍
大对数主干电缆	不小于电缆外径的10倍
室外光缆、电缆	不小于缆线外径的10倍

☞**注意：**当缆线采用电缆桥架布放时，桥架内侧的弯曲半径不应小于300 mm。

（6）缆线布放在管与线槽内的管径与截面利用率，应根据不同类型的缆线做不同的选择。管内穿放大对数电缆或 4 芯以上光缆时，直线管路的管径利用率应为 50%～60%，弯管路的管径利用率应为 40%～50%。管内穿放 4 对对绞电缆或 4 芯光缆时，截面利用率应为 25%～30%。布放缆线在线槽内的截面利用率应为 30%～50%。

12.4　建筑群子系统布线实训

进线间主要是室外电／光缆引入楼内的成端与分支及光缆的盘长空间，进线间一般靠近外墙和在地下设置，便于缆线的引入，如图 12-1 所示。

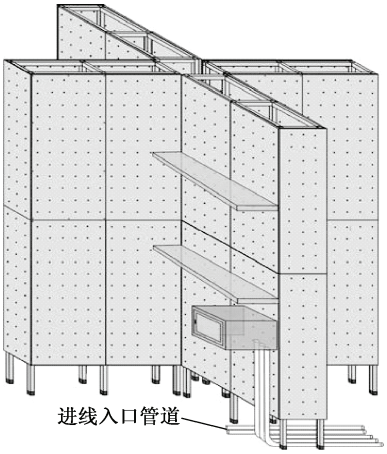


图 12-1　进线入口管道铺设

实训　进线入口管道铺设实训

【实训目的】

（1）了解进线间的位置和进线间的作用；

（2）了解进线间的设计要求；

（3）掌握进线间入口管道的处理方法。

【实训要求】

（1）学习掌握进线间的作用；

（2）确定综合布线系统中进线间的位置；

（3）准备实训工具，列出实训工具清单；

（4）独立领取实训材料和工具；

（5）独立完成进线间的设计；

（6）独立完成进线间入口的处理。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）Φ40 PVC 管、管卡、接头等若干；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀等。

【实训步骤】

（1）准备实训工具，列出实训工具清单。

（2）领取实训材料和工具。

（3）确定进线间的位置。进线间在确定位置时要考虑到便于线缆的敷设以及供电方便。

2～3 人组成一个项目组，选举项目负责人，每组设计进线间的位置及进线间入口管道数量以及入口处理方式，并且绘制图纸。项目负责人指定 1 种设计方案进行实训。

（4）铺设进线间入口管道。将进线间所有进线管道根据用途划分，并按区域放置。

（5）对进线间所有入口管道进行防水等处理。

（6）实训完后，学习进线间在面积、入口管孔数量的设计要求。

【实训报告】

（1）写出进线间在综合布线系统中的重要性以及设计原则要求；

（2）分步陈述在综合布线系统中设置进线间的要求和出 / 入口的处理办法。

第 13 章　光纤熔接工程基本技术

13.1　光 纤 概 述

光纤是一种将信息从一端传送到另一端的媒介，是一条玻璃或塑料纤维作为让信息通过的传输媒介。光纤和同轴电缆相似，只是没有网状屏蔽层，中心是光传播的玻璃芯。在多模光纤中，纤芯的直径是 15 μm～50 μm，大致与人的头发粗细相当。而单模光纤芯的直径为 8 μm～10 μm。纤芯外面包围着一层折射率比纤芯低的玻璃封套，以使光纤保持在芯内。再外面是一层薄的塑料外套，用来保护封套。光纤通常被扎成束，外面有外壳保护。因为纤芯通常是由石英玻璃制成的横截面积很小的双层同心圆柱体，它质地脆，易断裂，因此需要外加一层保护层。

1）光纤与光缆的区别

通常光纤与光缆两个名词会被混淆，光纤在实际使用前，外部由几层保护结构包覆，包覆后的缆线即被称为光缆。外层的保护结构可防止不良环境对光纤的伤害，如水、火、电击等。光缆包括光纤、缓冲层及被覆。

2）光纤的传输特点

由于光纤是一种传输媒介，它可以像一般铜缆线一样，传送电话通话或电脑数据等资料，不同的是，光纤传送的是光信号而非电信号，光纤传输具有同轴电缆无法比拟的优点而成为远距离信息传输的首选设备。因此，光纤具有很多独特的优点：

① 传输损耗低；
② 传输频带宽；
③ 抗干扰性强；
④ 安全性能高；
⑤ 重量轻，机械性能好；
⑥ 光纤传输寿命长。

13.2　光纤的传输原理和工作过程

光纤是光波传输的介质，是由介质材料构成的圆柱体，分为芯子和包层两部分。光波沿芯子传播。在实际工程应用中，光纤是指由预制棒拉制出纤丝经过简单被覆后的纤芯，纤芯再经过被覆、加强和防护，成为能够适应各种工程应用的光缆。

1）光纤传输原理

光波在光纤中的传播过程是利用光的折射和反射的原理来进行的，一般来说，光纤芯子

的直径要比传播光的波长高几十倍以上，因此利用几何光学的方法定性分析是足够的，而且对问题的理解也很简明、直观。

2）光纤传输过程

首先由发光二极管 LED 或注入型激光二极管 ILD 发出光信号沿光媒体传播，在另一端则有 PIN 或 APD 光电二极管作为检波器接收信号。对光载波的调制为移幅键控法，又称亮度调制（Intensity Modulation）。典型的做法是在给定的频率下，以光的出现和消失来表示两个二进制数字。发光二极管 LED 和注入型激光二极管 ILD 的信号都可以用这种方法调制，PIN 和 ILD 检波器直接响应亮度调制。功率放大：将光放大器置于光发送端之前，以提高入纤的光功率，使整个线路系统的光功率得到提高。在线中继放大：当建筑群较大或楼间距离较远时，可起中继放大作用，提高光功率。前置放大：在接收端的光电检测器之后将微信号进行放大，以提高接收能力。

3）光纤熔接技术原理

光纤连接采用熔接方式。熔接是指通过将光纤的端面熔化将两根光纤连接到一起，这个过程与金属线焊接类似，通常要用电弧来完成。熔接的示意图如图 13-1 所示。

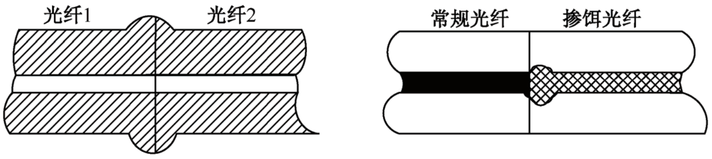


图 13-1　光纤熔接示意图

熔接连接光纤不产生缝隙，因此不会引入反射损耗，入射损耗也很小，在 0.01～0.15 dB 之间。在光纤进行熔接前要把它的涂敷层剥离。机械接头本身是保护连接光纤的护套，但熔接在连接处却没有任何的保护。因此，熔接光纤设备包括重新涂敷器，它涂敷于熔接区域。另一种方法是使用熔接保护套管，它们是一些分层的小管，其基本结构和通用尺寸如图 13-2 所示。将保护套管套在接合处，然后对它们进行加热。内管是由热缩材料制成的，这样这些套管就可以牢牢地固定在需要保护的地方，加固件可避免光纤在这一区域受到弯曲。

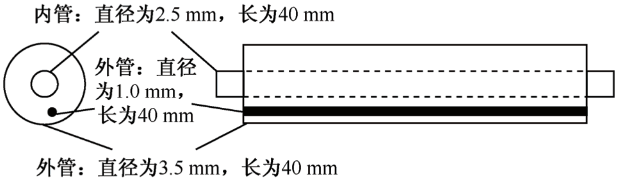


图 13-2　光纤熔接保护套管的基本结构和通用尺寸

4）光缆终接与接续的方式

（1）光纤与连接器件连接可采用尾纤熔接、现场研磨和机械连接的方式；

（2）光纤与光纤接续可采用熔接和光连接子（机械）连接的方式。

5）光缆芯线终接的要求

（1）采用光纤连接盘对光纤进行连接、保护，在连接盘中光纤的弯曲半径应符合安装工艺的要求；

（2）光纤熔接处应加以保护和固定；

（3）光纤连接盘面板应有标志；

（4）光纤连接损耗值，应符合表 13-1 所示的规定。

表 13-1　光纤连接损耗值（dB）

连接类别	多模		单模	
	平均值	最大值	平均值	最大值
熔接	0.15	0.3	0.15	0.3
机械连接	—	0.3	—	0.3

13.3　光纤接续的过程和步骤

13.3.1　光纤熔接

光纤熔接的步骤包括：

（1）剥开光缆，将光缆固定到接续盒内。在剥开光缆之前应去除施工时受损变形的部分，使用专用开剥工具，将光缆外护套开剥长度 1 m 左右。

（2）分纤。将光纤分别穿过热缩管。将不同束管，不同颜色的光纤分开，穿过热缩管。剥去涂覆层的光纤很脆弱，使用热缩管，可以保护光纤熔接头，如图 13-3 所示。

（3）准备熔接机。打开熔接机电源，采用预置的程式进行熔接，并在使用中和使用后及时去除熔接机中的灰尘，特别是夹具、各镜面和 V 型槽内的粉尘和光纤碎末。熔接前要根据系统使用的光纤和工作波长来选择合适的熔接程序。如果没有特殊情况，一般都选用自动熔接程序。

（4）制作对接光纤端面。光纤端面制作的好坏将直接影响光纤对接后的传输质量，所以在熔接前一定要做好被熔接光纤的端面。首先用光纤熔接机配置的光纤专用剥线钳剥去光纤纤芯上的涂覆层，如图 13-4 所示，再用沾酒精的清洁棉在裸纤上擦拭几次，用力要适度，然后用精密光纤切割刀切割光纤，切割长度一般为 10～15 mm，如图 13-5 所示。

（5）放置光纤。将光纤放在熔接机的 V 形槽中，小心压上光纤压板和光纤夹具，要根据光纤切割长度设置光纤在压板中的位置，一般对接光纤的切割面基本都靠近电极尖端位置。关上防风罩，按“SET”键即可自动完成熔接。需要的时间一般根据使用的熔接机而不同，一般需要 8～10 s，如图 13-6 所示。

（6）移出光纤用加热炉加热热缩管。拨开防风罩，把光纤从熔接机上取出，再将热缩管放在裸纤中间，再放到加热炉中加热。加热炉可使用 20 mm 微型热缩套管和 40 mm 及 60 mm 的一般热缩套管，20 mm 热缩管加热时间需 40 s，60 mm 热缩管加热时间需 85 s，如图 13-7 所示。

图 13-3　光纤穿热缩护套图

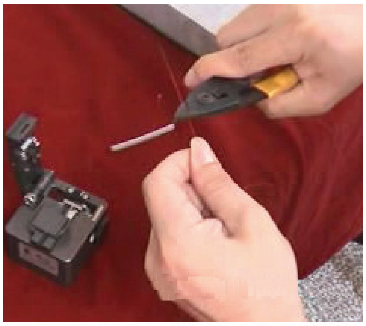


图 13-4　用剥线钳去除纤芯涂层

图 13-5　用光纤切割刀切割光纤

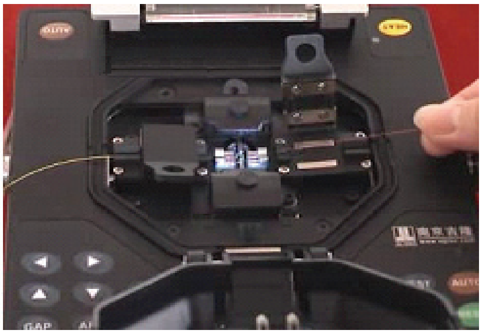


图 13-6　熔接光纤放置光纤

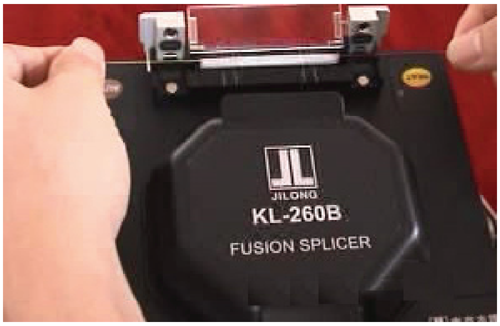


图 13-7　用加热炉加热热缩管

（7）盘纤固定。将接续好的光纤盘到光纤收容盘内，在盘纤时，盘圈的半径越大，弧度越大，整个线路的损耗越小。所以一定要保持一定的半径，使激光在光纤传输时，避免产生不必要的损耗。

（8）密封和挂起。在野外熔接时，接续盒一定要密封好，防止进水。熔接盒进水后，由于光纤及光纤熔接点长期浸泡在水中，可能会出现部分光纤衰减增大。最好将接续盒做好防水措施并用挂钩挂在吊线上。至此，光纤熔接完成。

13.3.2 光缆接续质量检查

在熔接的整个过程中，都要用 OTDR 测试仪表加强监测，保证光纤的熔接质量，减小因盘纤带来的附加损耗和封盒可能对光纤造成的损害，绝不能仅凭肉眼来判断好坏：

（1）在熔接过程中，对每一芯光纤进行实时跟踪监测，检查每一个熔接点的质量；

（2）每次盘纤后，对所盘光纤进行例检，以确定盘纤带来的附加损耗；

（3）封接续盒前对所有光纤进行统一测定，查明有无漏测和光纤预留空间对光纤及接头有无挤压；

（4）封盒后，对所有光纤进行最后监测，以检查封盒是否对光纤有损害。

降低光纤熔接损耗的措施包括：

（1）一条线路上尽量采用同一批次的优质名牌裸纤；

（2）光缆架设按要求进行；

（3）挑选经验丰富且训练有素的光纤接续人员进行接续；

（4）接续光缆应在整洁的环境中进行；

（5）选用精度高的光纤端面切割器来制备光纤端面；

（6）正确使用熔接机。

13.3.3 光缆施工

多年来，光缆施工已经有了一套成熟的方法和经验。

在光缆的户外施工中，较长距离的光缆敷设最重要的是选择一条合适的路径，在这里最短路径不一定就是最好的，还要注意土地的使用权，架设或地埋的可能性等。

必须要有很完备的设计和施工图纸，以便施工和今后检查方便可靠。施工中要时时注意不使光缆受到重压或被坚硬的物体扎伤。

光缆转弯时，其转弯半径要大于光缆自身直径的 20 倍。

1）户外架空光缆施工

（1）吊线托挂架空方式简单便宜，在我国应用最广泛，但挂钩加挂、整理较费时。

（2）吊线缠绕式架空方式较稳固，维护工作少，但需要专门的缠扎机。

（3）自承重式架空方式对线杆要求高，施工、维护难度大，造价高，国内目前很少采用。

（4）架空时，光缆引上线杆处须加导引装置，并避免光缆拖地。光缆牵引时注意减小摩擦力。每个杆上都要余留一段用于伸缩的光缆。

（5）要注意光缆中金属物体的可靠接地。特别是在山区、高电压电网区和多雷雨地区一般要每公里有 3 个接地点，甚至选用非金属光缆。

2）户外管道光缆施工

（1）施工前应核对管道占用情况，清洗、安放塑料子管，同时放入牵引线；

（2）计算好布放长度，一定要有足够的预留长度；

（3）一次布放长度不要太长（一般 2 km），布线时应从中间开始向两边牵引；

（4）布缆牵引力一般不大于 120 kg，而且应牵引光缆的加强心部分，并做好光缆头部的防水加强处理；

（5）光缆引入和引出处须加顺引装置，不可直接拖地；

（6）管道光缆也要注意可靠接地。

3）直接地埋光缆的敷设

（1）直埋光缆沟深度要按标准进行挖掘；

（2）不能挖沟的地方可以架空或钻孔预埋管道敷设；

（3）沟底应保证平缓坚固，需要时可预填一部分沙子、水泥或支撑物；

（4）敷设时可用人工或机械牵引，但要注意导向和润滑；

（5）敷设完成后，应尽快回土覆盖并夯实。

4）建筑物内光缆的敷设

（1）垂直敷设时，应特别注意光缆的承重问题，一般每两层要将光缆固定一次；

（2）光缆穿墙或穿楼层时，要加带护口的保护用塑料管，并且要用阻燃的填充物将管子填满；

（3）在建筑物内也可以预先敷设一定量的塑料管道，待以后要敷射光缆时再用牵引或真空法布光缆。

13.4　光纤熔接技术实训

实训一　光纤熔接

【实训任务】

（1）熟悉和掌握光缆的种类和区别；

（2）熟悉和掌握光缆工具的用途、使用方法和技巧；

（3）熟悉光缆跳线的种类；

（4）熟悉光缆耦合器的种类和安装方法；

（5）熟悉和掌握光纤的熔接方法和注意事项。

【实训目标】

（1）完成光缆的两端剥线，不允许损伤光缆光芯，而且长度合适；

（2）完成光缆的熔接实训，要求熔接方法正确，并且熔接成功；

（3）完成光缆在光纤熔接盒的固定；

（4）完成耦合器的安装；

（5）完成光纤收发器与光跳线的连接。

【实训仪器工具】

（1）光纤熔接机如图 13-8 所示；

（2）光纤工具箱如图 13-9 所示；

（3）光时域反射仪，如图 13-10 所示。

【实训步骤】

（1）光缆的两端剥线；

（2）光缆在熔接盒内的固定；

图 13-8　光纤熔接机

图 13-9　光纤工具箱图

图 13-10　光时域反射仪

（3）光缆熔接；
（4）光纤耦合器的安装；
（5）完成布线系统光纤部分的连接；
（6）用光时域反射仪测试熔接效果。

【实训报告】

（1）以表格形式写清楚实训材料和工具的数量、规格和用途；
（2）分步陈述实训程序或步骤以及安装的注意事项；
（3）实训体会和操作技巧。

实训二　光缆敷设实训

建筑物子系统的布线主要用来连接两栋建筑物网络中心的网络设备，如图 13-11 所示。建筑物子系统的布线方式有：架空布线法、直埋布线法和地下管道布线法、隧道内电缆布线，本实训主要做光缆架空布线。

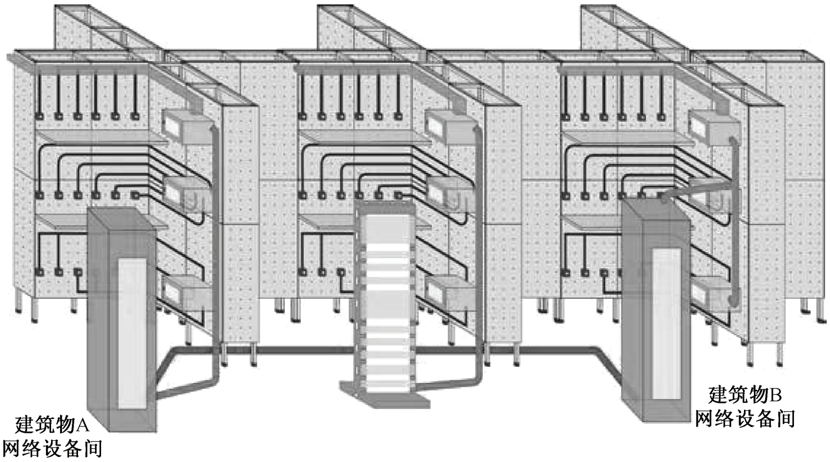


图 13-11　两栋建筑物网络中心网络设备的光纤连接

【实训目的】

通过架空光缆的安装，掌握建筑物之间架空光缆的操作方法。

【实训要求】

（1）准备实训工具，列出实训工具清单；

（2）独立领取实训材料和工具；

（3）完成光缆的架空安装。

【实训设备、材料和工具】

（1）网络综合布线实训装置 1 套；

（2）直径 5 mm 钢缆、光缆、U 型卡、支架、挂钩若干；

（3）锯弓、锯条、钢卷尺、十字头螺丝刀、活扳手、人字梯等。

【实训步骤】

（1）准备实训工具，列出实训工具清单。

（2）领取实训材料和工具，使用材料见图 13-12 中的标注。

（3）实际测量尺寸，完成钢缆的裁剪。

（4）固定支架。根据设计布线路径，在网络综合布线实训装置上安装固定支架。

（5）连接钢缆。安装好支架以后，开始敷设钢缆，在支架上使用 U 型卡来固定。

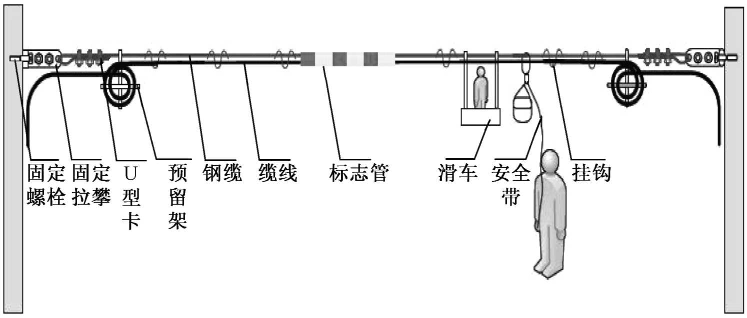


图 13-12　光缆架空布线

（6）敷设光缆。钢缆固定好之后开始敷设光缆，使用挂钩每隔 0.5 m 架一个。

（7）安装完毕。

【实训报告】

（1）设计一种光缆布线施工图；

（2）分步陈述实训程序或步骤以及安装注意事项；

（3）写出实训体会和操作技巧。

【拓展知识】

光缆敷设要求：

（1）光缆敷设时不应该绞结；

（2）光缆在室内布线时要走线槽；

（3）光缆在地下管道中空过时要用 PVC 管保护；

（4）光缆需要拐弯时，其曲率半径不能小于 30 cm；

（5）光缆室外地面 2 m 以下裸露部分要加钢管保护，铁管要固定牢固；

（6）光缆不要拉得太紧或太松，并要有一定的膨胀收缩余量；

（7）光缆埋地时，要加钢管保护。

13.5　光纤链路测试

测试前应对所有的光连接器件进行清洗，并将测试接收器校准至零位。

测试应包括以下内容：

（1）在施工前进行器材检验时，一般先检查光纤的连通性，必要时宜采用光纤损耗测试仪（稳定光源和光功率计组合）对光纤链路的插入损耗和光纤长度进行测试。

（2）对光纤链路（包括光纤、连接器件和熔接点）的衰减进行测试，同时测试光跳线的衰减值作为设备连接光缆的衰减参考值，整个光纤信道的衰减值应符合设计要求。

测试按图 13-13 进行连接。

（1）在两端对光纤逐根进行双向（收与发）测试，连接方式见图 13-13。

☞**注意：**光连接器件可以为工作区 TO、电信间 FD、设备间 BD、CD 的 SC、ST、SFF 提供连接。

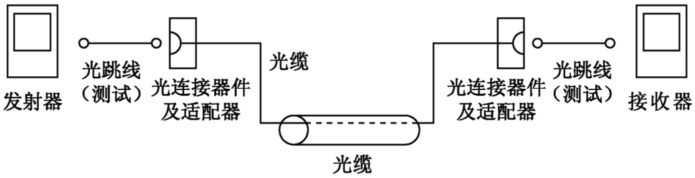


图 13-13　单芯光纤链路测试连接

（2）光缆可以作为水平光缆、建筑物主干光缆和建筑群主干光缆。

（3）光纤链路中不包括光跳线在内。

布线系统所采用光纤的性能指标及光纤信道指标应符合设计要求。不同类型的光缆在标称的波长，每千米的最大衰减值应符合表 13-2 的规定。

表 13-2　光缆衰减

最大光缆衰减 / （dB/km）				
项　　目	OM1，OM2 及 OM3 多模		OS1 单模	
波长	850 nm	1 300 nm	1 310 nm	1 550 nm
衰减	3.5	1.5	1.0	1.0

光缆布线信道在规定的传输窗口测量出的最大光衰减（介入损耗）应不超过表 13-3 的规定，该指标已包括接头与连接插座的衰减在内。

☞**注意：**每个连接处的衰减值最大为 1.5 dB。

光纤链路的插入损耗极限值可用以下公式计算：

光纤链路损耗=光纤损耗+连接器件损耗+光纤连接点损耗　　（13.1）

光纤损耗=光纤损耗系数（dB/km）×光纤长度（km）　　（13.2）

连接器件损耗=连接器件损耗 / 个×连接器件个数　（13.3）

光纤连接点损耗=光纤连接点损耗 / 个×光纤连接点个数　（13.4）

光纤链路损耗的参考值可参考表 13-4。

表 13-3　光缆信道衰减范围

级　别	最大信道衰减 / dB			
	单　模		多　模	
	1 310 nm	1 550 nm	850 nm	1 300 nm
OF-300	1.80	1.80	2.55	1.95
OF-500	2.00	2.00	3.25	2.25
OF-2000	3.50	3.50	8.50	4.50

表 13-4　光纤链路损耗参考值

种　类	工作波长 / nm	衰减系数 /（dB/km）
多模光纤	850	3.5
多模光纤	1 300	1.5
单模室外光纤	1 310	0.5
单模室外光纤	1 550	0.5
单模室内光纤	1 310	1.0
单模室内光纤	1 550	1.0
连接器件衰减	0.75 dB	
光纤连接点衰减	0.3 dB	

所有的光纤链路测试结果应有记录，记录在管理系统中并纳入文档管理。

第 14 章　网络综合布线实训

实训一

（总分 5490 分。第一、二、三部分为必做题，第四部分为选做题。时间 180 分钟）

本次网络综合布线技术竞赛给定一个“建筑物模型”作为网络综合布线系统工程实例，请各参赛队按照下面文档要求完成工程设计，并且进行安装施工和编写竣工资料。为了取得更好的成绩，建议选手首先完成必做项目，其余项目根据自己的技术实力和时间安排选做。

图 14-1 所示的建筑物模型中，包括了网络综合布线系统工程的建筑群子系统机柜（CD），建筑物子系统机柜（BD），建筑物楼层管理间子系统机柜（FD1、FD2、FD3）。

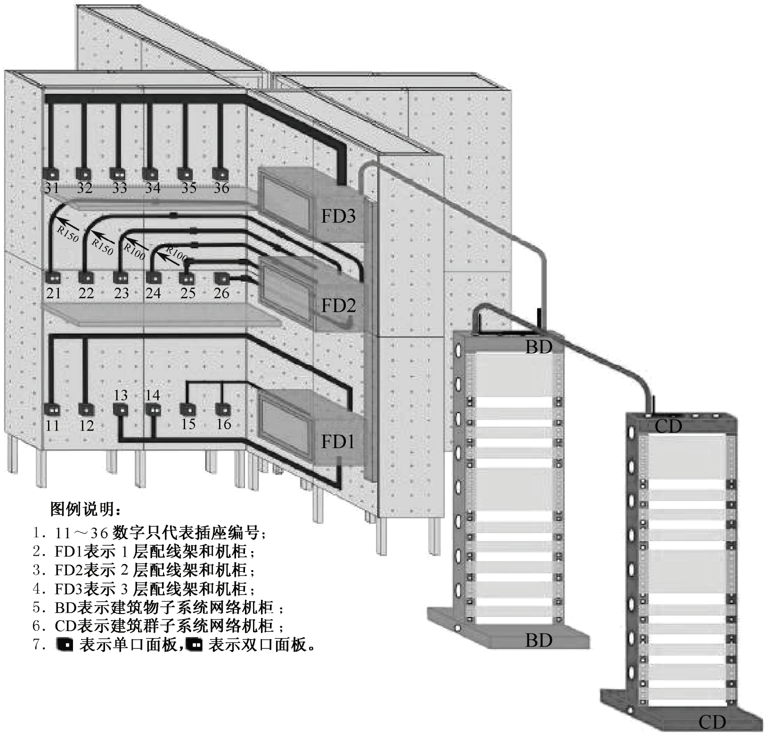


图 14-1　建筑物模型

请参赛选手特别注意图 14-1 中的下列规定：

- CD 为 1 台西元网络配线实训装置，模拟建筑群子系统网络配线机柜；

- BD 为 1 台网络配线实训装置，模拟建筑物子系统网络配线机柜；
- FD1 为 1 台壁挂式机柜，模拟建筑物 1 层网络配线子系统管理间机柜；
- FD2 为 1 台壁挂式机柜，模拟建筑物 2 层网络配线子系统管理间机柜；
- FD3 为 1 台壁挂式机柜，模拟建筑物 3 层网络配线子系统管理间机柜；
- 每个明装塑料底盒模拟 1 个房间（区域），图 14-1 中编号为 11～36 的方块表示；
- 单口面板安装 1 个 RJ-45 网络模块；
- 双口面板安装 2 个 RJ-45 网络模块；
- 该建筑物网络综合布线系统全部使用超 5 类双绞线铜缆。

第一部分　网络综合布线系统工程设计（必做题，1100 分）

请根据图 14-1 建筑物网络综合布线系统模型完成以下设计任务，打印并提交设计文档，裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。

1．编写网络信息点数量统计表（100 分）

要求使用 Excel 软件编制，表格设计合理、数量正确、项目名称正确、签字和日期完整、采用 A4 幅面打印。参考答案见表 14-1。

表 14-1　网络信息点数量统计表（数据点）

	x	x2	x3	x4	x5	x6	楼层合计	合计
3 层		1	2	1	1	1	7	
2 层	2	1	2	1	2	1	9	
1 层	2	1	1	2	1	1	8	
纵向合计	5	3	5	4	4	3	24	
合计								24

说明：①x 为模拟楼层编号，例如：3 层 x2 表示 32 号插座。② 本表全部为数据信息点。

编制人：（竞赛队编号）时间：　年　月　日

2．设计和绘制系统图（200 分）

使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD 软件设计并绘制图 14-1 建筑物网络综合布线系统工程的系统图。要求设计正确、图面布局合理、符号标记清楚正确、说明完整、标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4 幅面打印 1 份。系统图参考答案见图 14-2。

3．设计和编写端口对应表（200 分）

根据图 14-1 和以上的设计内容，要求按照表 14-2 格式编制配线子系统信息点的端口对应表。要求项目名称正确、表格设计合理、信息点编号正确、签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

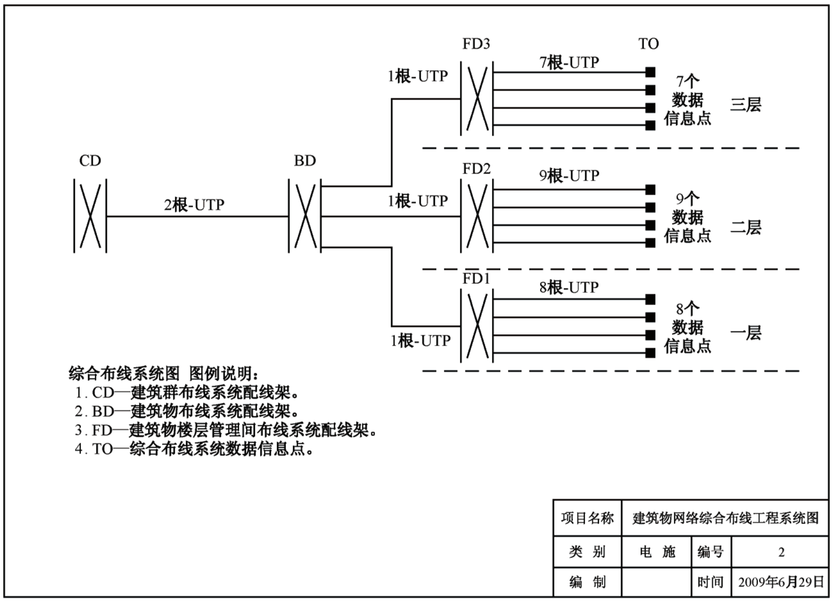


图 14-2　系统图参考答案

表 14-2　xx 项目端口对应表

序　　号	工作区信息点编号	插座底盒编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
1					
2					
3					

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　　　　　　　时间：

信息点编号必须能够独立区别每个信息点，并且包含插座底盒编号、“楼层”机柜编号、配线架编号、配线架端口编号等信息。

编号必须与图 14-1 中的插座编号相同，“楼层”机柜编号必须使用图 14-1 中对应的 FD1、FD2、FD3，配线架端口编号必须与配线架实物编号相同。端口对应表参考答案见表 14-3。

表 14-3　端口对应表参考答案

序　　号	工作区信息点编号	插座底盒编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
1	11-1-FD1-1-1	11	FD1	1	1
2	11-2-FD1-1-2	11	FD1	1	2
3	12-1-FD1-1-3	12	FD1	1	3
4	13-1-FD1-1-4	13	FD1	1	4
5	14-1-FD1-1-5	14	FD1	1	5
6	14-2-FD1-1-6	14	FD1	1	6
7	15-1-FD1-1-7	15	FD1	1	7

（续表）

序　　号	工作区信息点编号	插座底盒编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
8	16-1-FD1-1-8	16	FD1	1	8
9	21-1-FD2-1-1	21	FD2	1	1
10	21-2-FD2-1-2	21	FD2	1	2
11	22-1-FD2-1-3	22	FD2	1	3
12	23-1-FD2-1-4	23	FD2	1	4
13	23-2-FD2-1-5	23	FD2	1	5
14	24-1-FD2-1-6	24	FD2	1	6
15	25-1-FD2-1-7	25	FD2	1	7
16	25-2-FD2-1-8	25	FD2	1	8
17	26-1-FD2-1-9	26	FD2	1	9
18	31-1-FD3-1-1	31	FD3	1	1
19	32-1-FD3-1-2	32	FD3	1	2
20	33-1-FD3-1-3	33	FD3	1	3
21	33-2-FD3-1-4	34	FD3	1	4
22	34-1-FD3-1-5	35	FD3	1	5
23	35-1-FD3-1-6	36	FD3	1	6
24	36-1-FD3-1-7	37	FD3	1	7

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　时间：

4．设计安装施工图（400 分）

使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD，将图 14-1 所示的工程项目立体示意图，设计并绘制成平面施工图，要求全部施工图按照 A4 幅面设计，可以采用多张图纸，并且分别打印 1 份，不允许使用立体图。设备和器材规格必须符合本比赛题中的规定，器材和安装位置等尺寸现场实际测量。要求包括以下内容：

（1）CD-BD-FD-TO 布线路由、设备位置和尺寸正确；

（2）机柜和插座位置、规格正确；

（3）图面的设计和布局合理，位置尺寸标注清楚正确；

（4）图形符号规范，说明正确、清楚；

（5）标题栏完整，签署参赛队机位号。

参考答案：分别见图 14-3、图 14-4 和图 14-5。

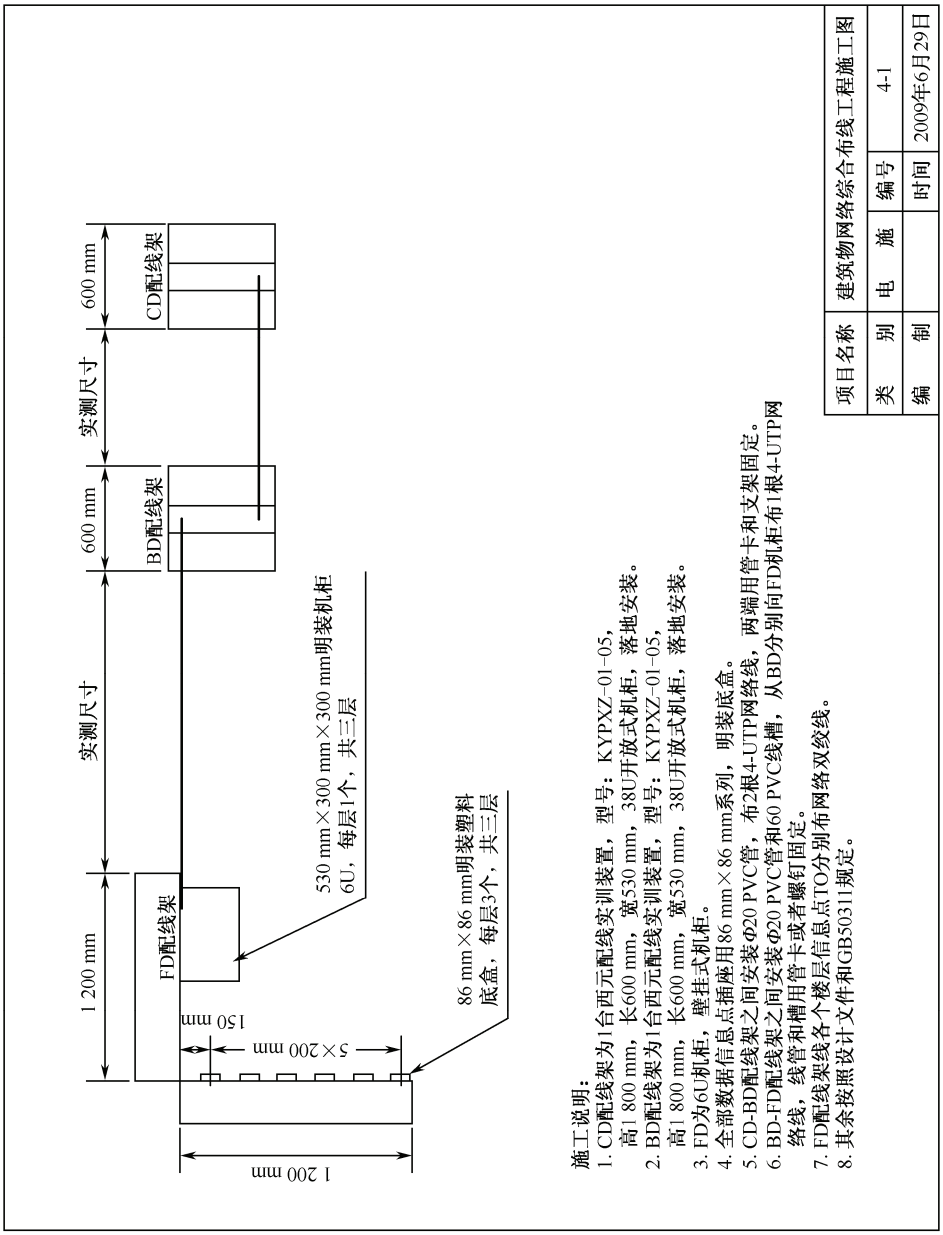


图 14-3　建筑物网络综合布线工程施工图 1

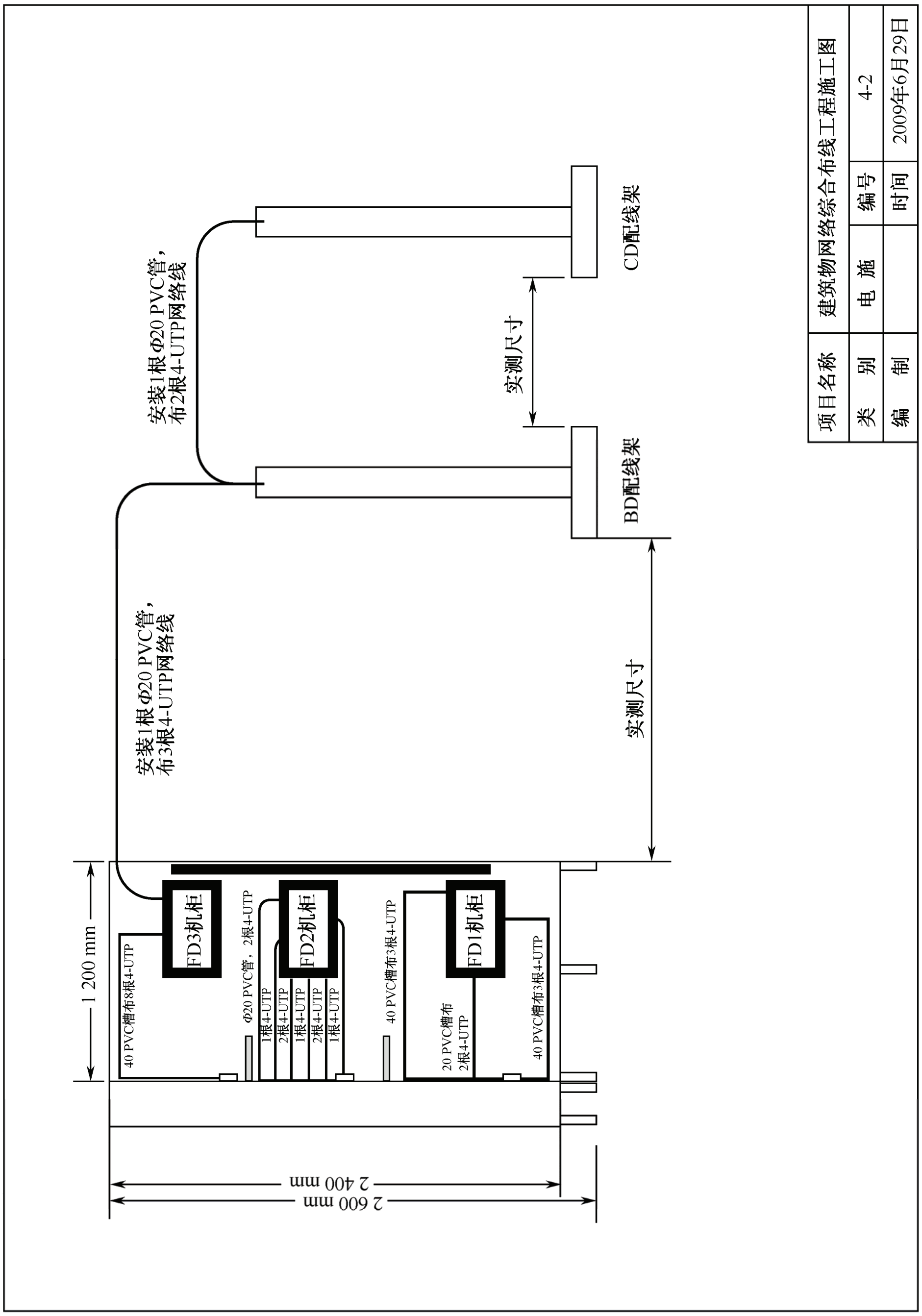
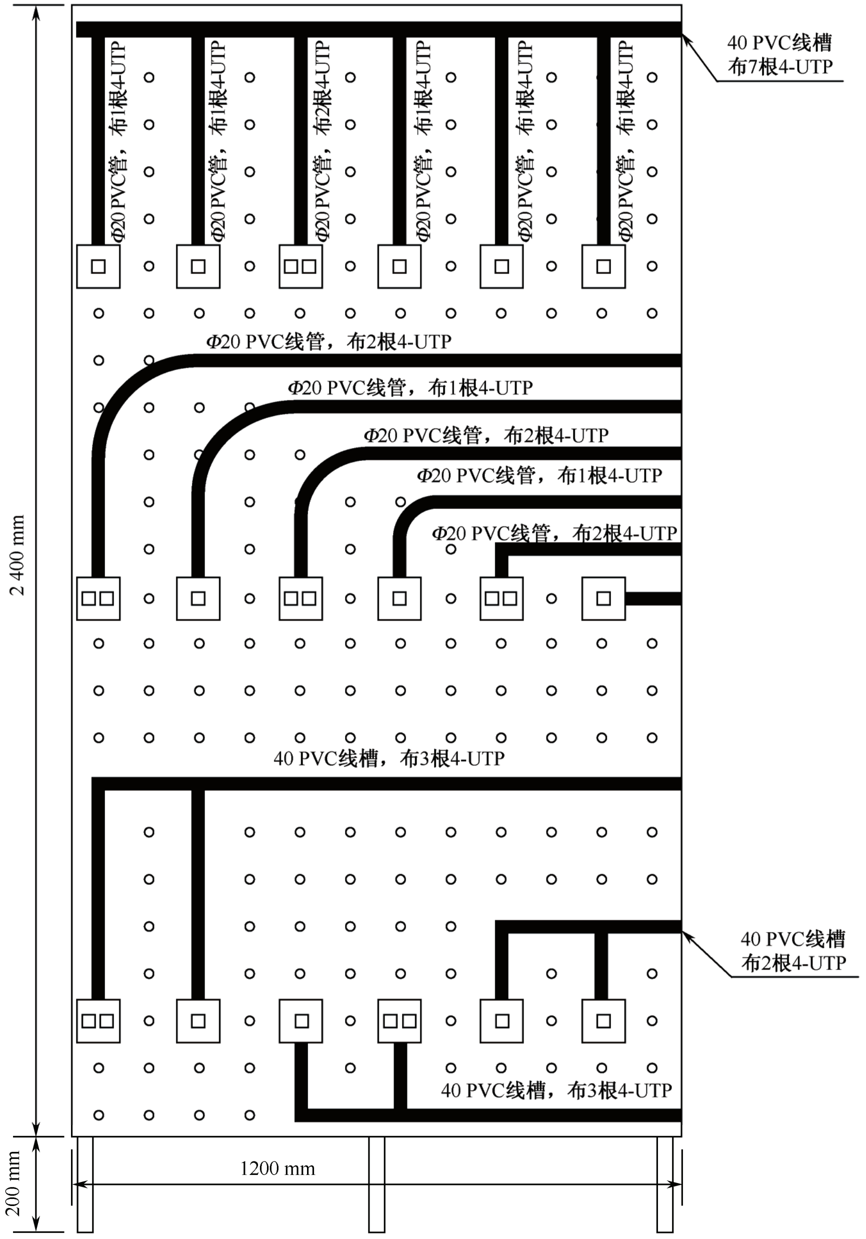


图 14-4　建筑物网络综合布线工程施工图 2



项目名称	建筑物网络综合布线工程施工图		
类　别	电　施	编号	4-3
编　制		时间	2009年6月29日

图 14-5　建筑物网络综合布线工程施工图 3

5．编制材料预算表（200 分）

要求按照表 14-4 的格式，依据 IT 行业预算方法，编制该工程项目材料预算表。材料名称、规格和单价等请参考表 14-5，表中没有列出的材料，该预算中不予考虑。要求材料名称和规格 / 型号正确，数量合理、单价和计算正确。采用 A4 幅面打印 1 份。工程项目材料预算表参考答案见表 14-6。

表 14-4　XXX 项目材料预算表

序　号	材 料 名 称	材料规格 / 型号	数　量	单　位	单价 / 元	小　计	用 途 说 明
直接材料费合计							

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　　　　　　　时间：

表 14-5　网络综合布线工程常用器材名称 / 规格和参考价格表

序　号	材 料 名 称	材料规格 / 型号	单价 / 元	用 途 说 明
1	配线实训装置	KYPXZ-01-05	30 000	开放式机架，模拟 CD 和 BD 配线架
2	网络机柜	19 英寸 6U	600	网络管理间，安装网络设备
3	网络配线架	19 英寸 1U 24 口	300	网络配线
4	理线架	19 英寸 1U	100	理线
5	明装底盒	86 型	3	信息插座用
6	网络面板	双口	4	信息插座用
7		单口	4	信息插座用
8	网络模块	超 5 类，RJ-45	15	信息插座用
9	网络双绞线	超 5 类，4-UTP	2	网络布线
10	PVC 线槽 / 配件	60 mm×22 mm 线槽	15	垂直布线用
11		60 mm×22 mm 堵头	4	PVC 线槽用
12	PVC 线槽 / 配件	39 mm×18 mm 线槽	4	水平布线用
13		39 mm×18 mm 堵头	2	PVC 线槽
14		20 mm×10 mm 线槽	2	水平布线用
15		20 mm×10 mm 角弯	1	PVC 线槽拐弯用
16		20 mm×10 mm 阴角	1	PVC 线槽拐弯
17	PVC 线管 / 配件	直径 20 mm 线管	2	布线用
18		直径 20 mm 直接头	1	连接 PVC 线管
19		直径 20 mm 弯头	1	连接 PVC 线管
20		直径 20 mm 塑料管卡	2	固定 PVC 线管
21	水晶头	超 5 类，RJ-45	1	制作跳线等
22	螺丝	M6×16	0.5	固定用

表 14-6　工程项目材料预算表

序　号	材料名称	材料规格 / 型号	数　量	单　位	单价 / 元	小　计	用途说明
1	CD 配线机架	KYPXZ-01-05	1	台	30 000	30 000	模拟 CD 机柜
2	BD 配线机架	KYPXZ-01-05	1	台	30 000	30 000	模拟 BD 机柜
3	网络机柜	19 英寸 6U	3	台	600	1 800	FD 管理间机柜
4	网络配线架	19 英寸 1U 24 口	3	台	300	900	网络连接
5	理线架	19 英寸 1U	3	个	100	300	机柜内理线
6	明装底盒	86 型	18	个	3	36	信息插座用
7	网络面板	双口	6	个	4	24	信息插座用
8		单口	12	个	4	48	信息插座用
9	网络模块	超 5 类，RJ-45	25	个	15	360	信息插座用
10	网络双绞线	超 5 类，4-UTP	150	米	2	300	网络布线
11	PVC 线管	直径 20 mm 线管	18	米	2	36	水平布线用
12	PVC 管接头	直径 20 mm 直接头	10	个	1	10	连接 PVC 线管
13		直径 20 mm 弯头	4	个	1	4	连接 PVC 线管
14	PVC 管卡	直径 20 mm	60	个	2	120	固定 PVC 线管
15	连接块	5 对连接块	10	个	5	50	网络端接使用
16	水晶头	超 5 类　RJ-45	33	个	0.5	16.5	制作跳线等
17	辅助材料	标签、牵引丝等	配套		500	500	网络布线辅助用料
	直接材料费合计					64 588.5	

第二部分　工程安装部分（必做题，3120 分）

1．网络跳线制作和线序测试（300 分）

现场制作 6 根超 5 类双绞线跳线，其中：

- 4 根为 568B 线序，每根长度 600 mm；
- 2 根为 568A-568B 线序，每根长度为 500 mm。

制作完毕后在图 14-1 所示标有 BD 的西元配线实训装置（型号 KYPXZ-01-05）上进行线序和通断测试。

要求：

- 跳线长度符合要求，线序正确；
- 压接护套到位，剪掉牵引线。

特别要求：必须在竞赛开始后 90 min 内制作完成，并将做好的跳线摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．链路和线序测试（400 分）

按照图 14-6 所示位置，在标记 CD 的配线实训装置上，从左向右依次完成 4 组测试链路端接，不允许中间留空。要求：

- 每段双绞线长度合适，端接处拆开长度合适，端接位置合适、线序正确，剪掉牵引线。
- 每组包括 3 根跳线和端接 6 次。其中，5 对连接块上、下端接共 2 次，RJ-45 头端接 3 次（568B），RJ-45 模块端接 1 次。

3．永久链路和模块端接（600 分）

按照图 14-7 所示在标有 CD 的配线实训装置上完成 6 组复杂永久链路布线和端接，端接次序从左向右，不允许中间留空。

要求：每段双绞线长度合适，端接处拆开双绞线长度合适、端接位置合适、线序正确、剪掉牵引线。每组 3 根跳线，端接 6 次，其中：

- 5 对连接块端接共 4 次；
- RJ-45 头端接（568B 线序）1 次；
- RJ-45 模块端接 1 次。

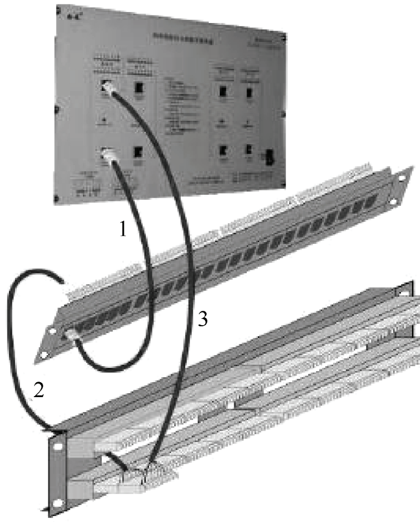


图 14-6　完成 4 组测试链路端接

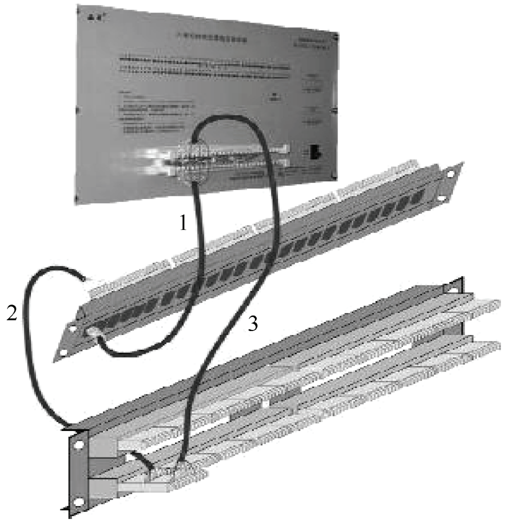


图 14-7　完成 6 组复杂永久链路布线和端接

4．工作区子系统的安装（170 分）

按照图 14-1 所示位置，完成 11 到 16，21 到 26 网络插座信息点的安装，要求位置正确，按照端口对应表编号，把工作区信息点标记清楚。

5．FD1 水平子系统的布线安装（600 分）

按照图 14-1 所示位置完成 FD1 配线子系统线槽安装和布线。全部使用 PVC 线槽，要求安装位置正确，固定牢靠，接头整齐美观，接缝间隙必须小于 1 mm，布线施工规范合理。

图 14-1 中 11、12、13、14 插座的水平布线路由使用宽度为 39 mm PVC 线槽，拐角和弯头按照图 14-8 和图 14-9 的形式现场制作。

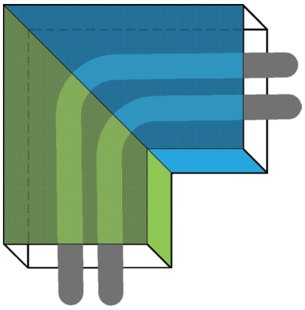


图 14-8　水平弯头制作示意图

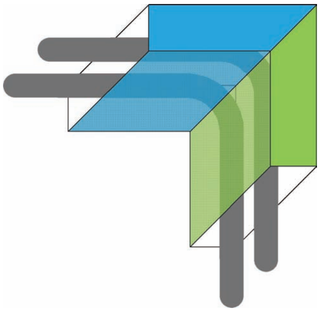


图 14-9　阴角弯头制作示意图

图 14-1 中 15、16 插座的水平布线路由使用宽度为 20 mm PVC 线槽，使用成品弯头安装和布线。

6．二层 FD2 水平子系统的布线安装（600 分，每个路由 100 分）

按照图 14-1 所示位置，使用 Φ20 PVC 线管和配件完成 FD2 配线子系统安装和布线，布线施工规范合理。

图 14-1 中 21、22、23、24 插座的水平布线路由采用自制弯头，拐弯曲率半径如图 14-1 所示。

图 14-1 中 25、26 插座的水平布线路由使用 Φ20 PVC 线管和成品弯头。

7．管理间子系统的安装和端接（200 分，每个机柜 100 分）

按照图 14-10 所示，完成 FD1、FD2 机柜内配线架和理线架的安装及端接。

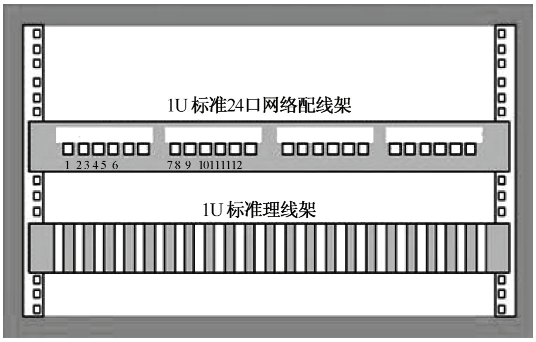


图 14-10　机柜内设备安装位置图

8．建筑物子系统的布线安装（150 分）

请按照图 14-1 所示，完成建筑物子系统的布线安装。

从标识为 BD 的配线装置向 FD3 机柜安装 1 根 Φ20 PVC 线管。从 FD3 机柜经 FD2 向 FD1 机柜垂直安装 1 根宽度 60 mm 线槽，两端安装堵头。

从 BD 向 FD3、FD2、FD1 机柜分别安装 1 根网络双绞线，并且按照已经标记的端口完成端接。

9．建筑群子系统布线安装（100 分）

请按照图 14-1 所示，完成建筑群子系统的布线安装。

从标识为 CD 向 BD 的配线实训装置安装 1 根 Φ20 PVC 线管和 2 根网络双绞线，端接到已经标记的端口。

第三部分　工程管理项目（必做题，500 分）

1．竣工资料（200 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确，封面竞赛组编号正确，封面日期正确，内容清楚、完整。竣工资料全部为书面打印文件，独立装订，完整美观。

2．施工管理（300 分）

施工安全、分工合理、配合默契、合理用料、现场整洁。

第四部分　工程安装部分（选做题，770 分）

1．工作区子系统的安装（70 分）

按照图 14-1 所示完成 31 到 36 网络插座信息点的安装。

2．FD3 水平子系统的布线安装（600 分）

请按照图 14-1 所示完成安装布线。图 14-1 中 FD3 横向布线路由使用宽度 39 mm PVC 线槽，拐角和弯头按照图 14-8 和图 14-9 的形式现场制作，使用成品堵头。图 14-1 竖向布线路由全部使用 Φ20 PVC 线管。

3．管理间子系统的安装和端接（100 分）

按照图 14-10 所示，完成 FD3 机柜内配线架和理线架的安装及端接。

实训二

（总分 5 980 分，时间 180 分钟）

第一部分　综合布线工程设计项目（900 分）

请按照图 14-11 建筑模型立体图，完成增加网络综合布线系统的工程设计。

设计要符合《GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范》，按照超 5 类系统，满足当前网络办公、管理和教学需要，争取以最低成本完成该项目。

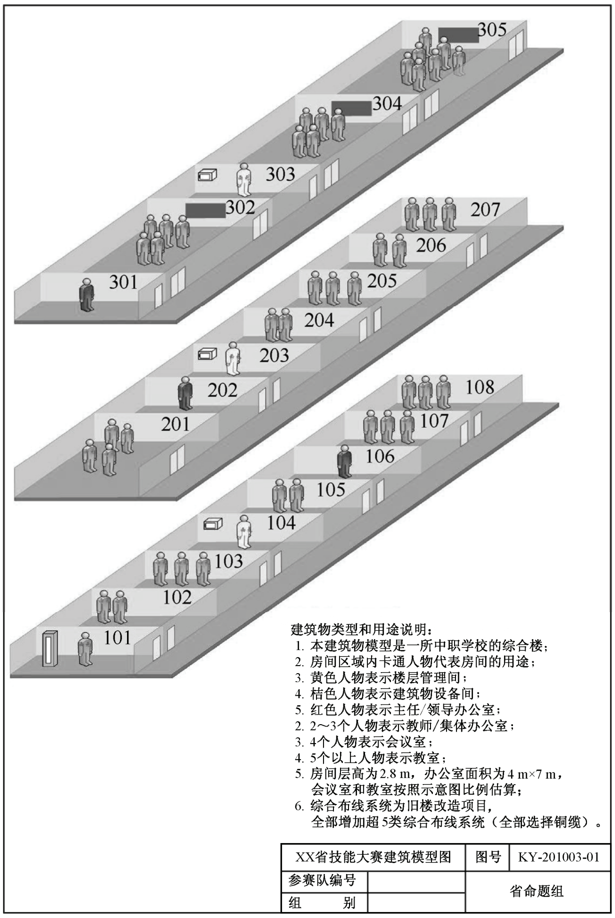


图 14-11　建筑模型图

裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。

全部书面竞赛作品，只能填写竞赛组编号进行识别，不得填写任何名称或者任何形式的识别性标记。如果出现地区、校名、人名等其他任何与竞赛队有关的识别信息，竞赛试卷和作品作废，按照零分对待，并且由大赛组委会进行处理。

参赛选手根据图 14-11 建筑模型图完成该部分工程设计内容。

1．完成网络信息点数量统计表（200 分）

要求使用 Excel 软件编制，信息点设置合理，表格设计合理、数量正确、项目名称准确、签字和日期完整、采用 A4 幅面打印 1 份。

2．设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

要求使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD 软件，图面布局合理、图形正确、符号标记清楚、连接关系合理、说明完整、标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4 幅面打印 1 份。

3．完成该网络综合布线系统施工图（300 分）

图 14-11 电子版文件已经安装在各竞赛机位的电脑中，保存在电脑桌面，文件名为“西元建筑模型立体图.vsd”。请参赛选手在该 Microsoft Office Visio 图中直接添加设计，不需要重新绘图。将设计作品按照 A4 幅面打印 1 份。

要求设备间、管理间、工作区信息点位置选择合理，器材规格和数量配置合理。垂直子系统、水平子系统布线路由合理，器材选择正确。文字说明清楚、正确。标题栏完整并且签署参赛队机位号和日期。

实际网络综合布线系统工程的设计一般使用 Auto CAD 软件，本竞赛题只为快速考察选手的设计知识，因此使用了 Microsoft Office Visio 软件。

4．编制该网络综合布线系统端口对应表（300 分）

要求按照表 14-7 的格式编制该网络综合布线系统端口对应表。要求项目名称准确，表格设计合理，信息点编号正确，签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

表 14-7　项目名称

序号	信息点编号	工作区编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
1					
2					

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　时间：

每个信息点编号必须具有唯一的编号，编号有顺序和规律，只能使用数字，方便施工和维护。信息点编号内容和格式如下：工作区编号-网络插口编号-楼层机柜编号-配线架编号-配线架端口编号等信息。

第二部分　网络配线端接部分（1 040 分）

网络配线端接在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上进行，每个竞赛队 1 台设备，具体请按照题目要求和图中表示的位置进行端接。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．网络跳线制作和测试（100 分）

完成 4 根网络跳线制作，包括：1 根 568B 线序，长度为 400 mm；1 根 568A 线序，长度为 500 mm；2 根 568A-568B 线序，长度为 600 mm。

完成后必须在图 14-12 所示的西元网络配线实训装置上进行线序和通断测试。

每根跳线 25 分，要求长度、线序、端接正确，并剪掉牵引线。

要求竞赛开始后 60 分钟内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．完成基本测试链路端接（200 分）

在图 14-12 所示的西元网络配线实训装置上，并排完成 2 组基本测试链路的布线和模块

端接，路由见图 14-13。

图 14-12　西元网络配线实训装置

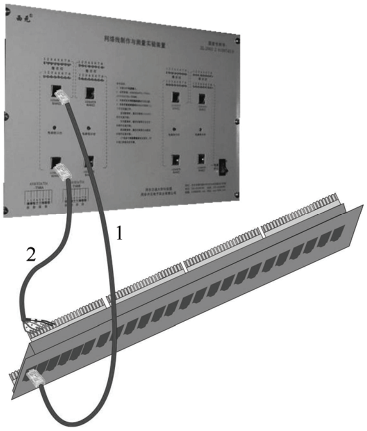


图 14-13　基本链路端接路由

每组链路 100 分，要求：

（1）每组包括 2 根跳线和端接 4 次，其中 RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次；

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线的长度和剥线长度合适，并剪掉牵引线；

（3）从西元网络配线实训装置 10U 处 RJ-45 配线架的第一个端口模块顺序端接。

3．完成复杂测试链路端接（270 分）

在图 14-12 所示的西元网络配线实训装置上并排完成 2 组复杂测试链路的布线和模块端接，路由见图 14-14。

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中包括 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线的长度和剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 10U 处 RJ-45 配线架的第 3 个端口模块顺序端接。

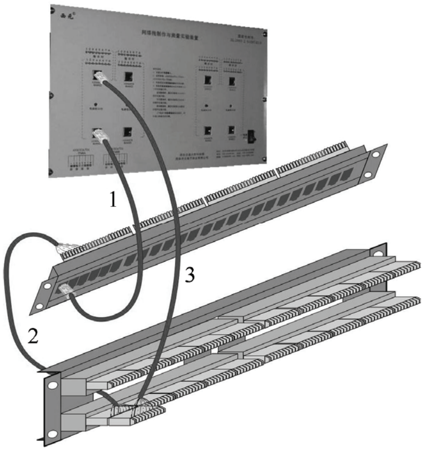


图 14-14　复杂链路端接路由

4．完成基本网络配线端接（200 分）

在图 14-12 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 2 组基本网络配线的布线和模块端接，路由见图 14-15。

每组链路 100 分，要求：

（1）每组包括 2 根跳线和端接 4 次，其中 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线的长度和剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 24U 处 RJ-45 配线架的第一个端口模块顺序端接。

5．完成复杂网络配线端接（270 分）

在图 14-12 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 2 组复杂网络配线的布线和模块端接，路由见图 14-16。

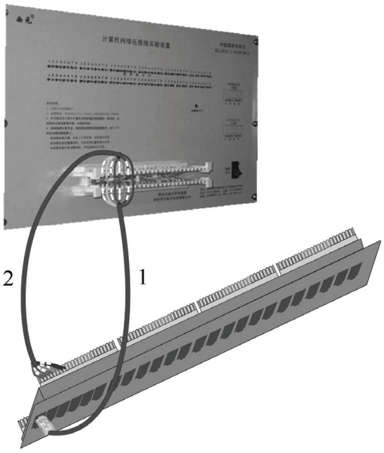


图 14-15　简单配线端接路由

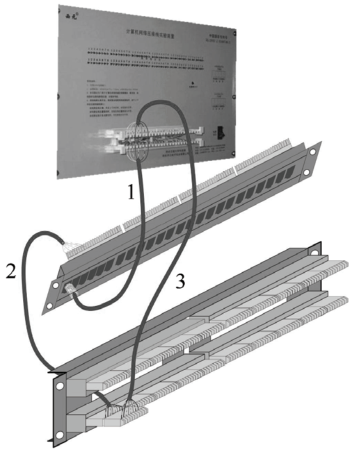


图 14-16　复杂配线端接路由

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 3 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 24U 处 RJ-45 配线架的第 3 个端口模块顺序端接。

第三部分　布线安装部分（3540 分）

布线安装施工在西元网络综合布线实训装置（产品型号 KYSYZ-08-0833）上进行，每个竞赛队 1 个区域角。

☞**注意：**安装部分可能使用电动工具并需要登高作业，特别要求参赛选手注意安全用电和规范施工，登高作业时首先认真检查和确认梯子安全可靠，双脚不得高于地面 1 m，而且必须 2 个人合作，1 个人操作，1 个人保护。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

具体路由连接请按照题目要求和图 14-17 中表示的位置。

按照图 14-17 所示位置，完成 FD 配线子系统的线槽、线管、底盒、模块、面板的安装，同时完成布线端接。要求横平竖直，位置和曲率半径正确，接缝不大于 1 mm。

每层第 1 个插座模块的双绞线，端接到机柜内配线架的 1、2 口，其余顺序端接。

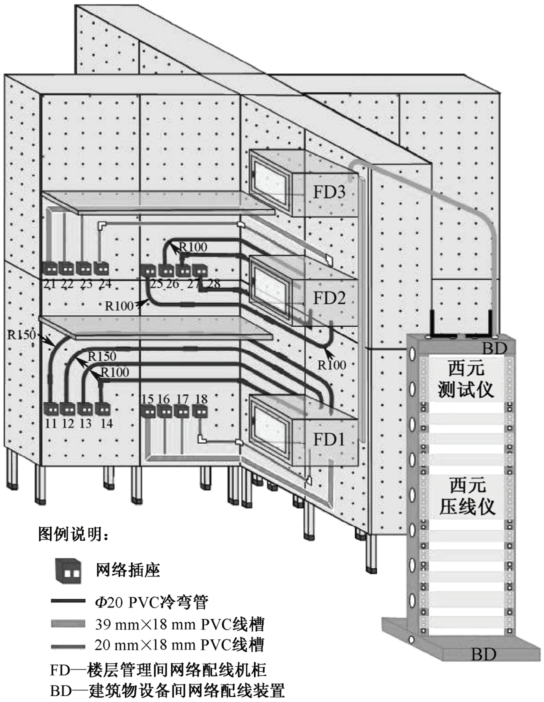


图 14-17　BD-FD-TO 网络综合布线系统示意图

具体包括如下任务：

1．FD1 配线子系统线槽 / 线管安装和布线（1 620 分）

完成以下指定路由的安装和布线。

（1）11～13 插座布线路由：使用 $\Phi20$ PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图示曲率半径要求安装线管和布线。

（2）14 插座布线路由：使用 $\Phi20$ PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（3）15 插座布线路由：使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装线槽和布线。接头制作要求分别见图 14-18 和图 14-19。

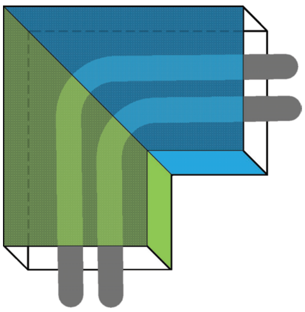


图 14-18　水平弯头制作示意图

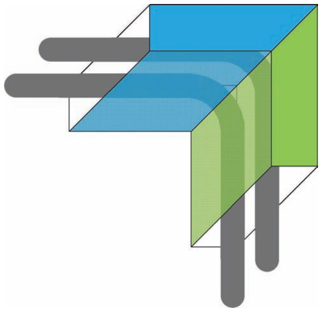


图 14-19　阴角弯头制作示意图

（4）16～17 插座布线路由：使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×14 mm PVC 线槽组合安装线

槽和布线。

（5）18 插座布线路由：使用 20 mm×14 mm PVC 线槽和成品弯头、阴角安装线槽和布线。

（6）完成 FD1 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确，预留缆线长度合适，剪掉牵引线。

☞**注意**：不允许给底盒开孔将 PVC 线管直接插入，只能使用预留进线孔。

2．FD2 配线子系统线槽／线管安装和布线（1 620 分）

完成以下指定路由的安装和布线。

（1）21 插座布线路由：使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装，只允许使用一个成品弯头。接头制作要求如图 14-18 和图 14-19 所示。

（2）22 和 23 插座布线路由：使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×14 mm PVC 线槽组合安装线槽和布线。

（3）24 插座布线路由：使用 20 mm×14 mm PVC 线槽和成品弯头、阴角安装线槽和布线。

（4）25 和 26 插座布线路由：使用 Φ20 PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图示曲率半径要求安装线管和布线。

（5）27 和 28 插座布线路由：使用 Φ20 PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（6）完成 FD2 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确，预留缆线长度合适，剪掉牵引线。

3．建筑物子系统安装和布线（300 分）

从标识为 BD 的西元配线实训装置向 FD3 机柜安装 1 根 Φ20 PVC 线管，再从 FD1 机柜经 FD2 向 FD3 机柜垂直安装 1 根 39 mm×18 mm 线槽，两端安装堵头。

将 BD 端 Φ20 PVC 线管用 L 型支架和管卡固定在 BD 配线架顶部。

从 BD 向 FD1、FD2 机柜分别安装 1 根网络双绞线，BD 端将 2 根网络双绞线分别端接到该设备上面的配线架（10 或 11U 处）第 20、21、22 口对应的模块。

FD1、FD2 机柜内网络双绞线分别端接在配线架的第 24 口对应的模块。

第四部分　工程管理项目（500 分）

1．竣工资料（300 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确、封面竞赛组编号正确、封面日期正确、内容清楚和完整。

整理全部设计文件等竣工资料，独立装订、完整美观。

2．施工管理（200 分）

施工安全、分工合理、配合默契、合理用料、现场整洁。

涉及部分相关知识点介绍如下。

1）完成网络信息点数量统计表

（1）统计网络信息点数量。

首先在表格第 1 行填写文件名称，第 2 行填写房间或者区域编号，第 3 行填写数据点和语音点。一般数据点在左栏，语音点在右栏，其余行对应楼层，注意每个楼层按照两行，其中一行为数据点，一行为语音点，同时填写楼层号，楼层号一般按照第 1 行为顶层，最后 1 行为 1 层，最后 2 行为合计。然后编制列，第 1 列为楼层编号，其余为房间编号，最右边 3 列为合计。

（2）填写数据和语音信息点数量。

按照网络综合布线工程模型，把每个房间的数据点和语音点数量填写到表格中。填写时逐层逐房间进行，从楼层的第 1 个房间开始，逐间分析应用需求和划分工作区，确认信息点数量。

在每个工作区首先确定网络数据信息点的数量，然后考虑语音信息点的数量，同时还要考虑其他智能化和控制设备的需要，例如，在门厅要考虑指纹考勤机、门警系统等网络接口。表格中对于不需要设置信息点的位置不能空白，而是填写 0，表示已经考虑过这个点，如表 14-8 所示。

表 14-8　信息点数量统计表

楼层号 \ 房间号		X1		X2		X3		X4		X5		X6		X7		合计		
		TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	TO	TP	总计
三层	TO																	
	TP																	
二层	TO																	
	TP																	
一层	TO																	
	TP																	
合计	TO																	
	TP																	
总计																		

编写：　　　审核：　　　审定：　　　　　　　　　　　年　月　日

说明：TO 为数据点，TP 为语音点。

2）设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

布线系统图的答案，如图 14-20 所示。

3）施工图设计

施工图设计就是规定布线路由在建筑物中安装的具体位置，因为布线路由取决于建筑物的结构和功能，布线管道一般安装在建筑立柱和墙体中，一般使用平面图。

施工图设计的一般要求如下。

（1）图形符号必须正确。施工图设计的图形符号，首先要符合相关建筑设计标准和图集规定。

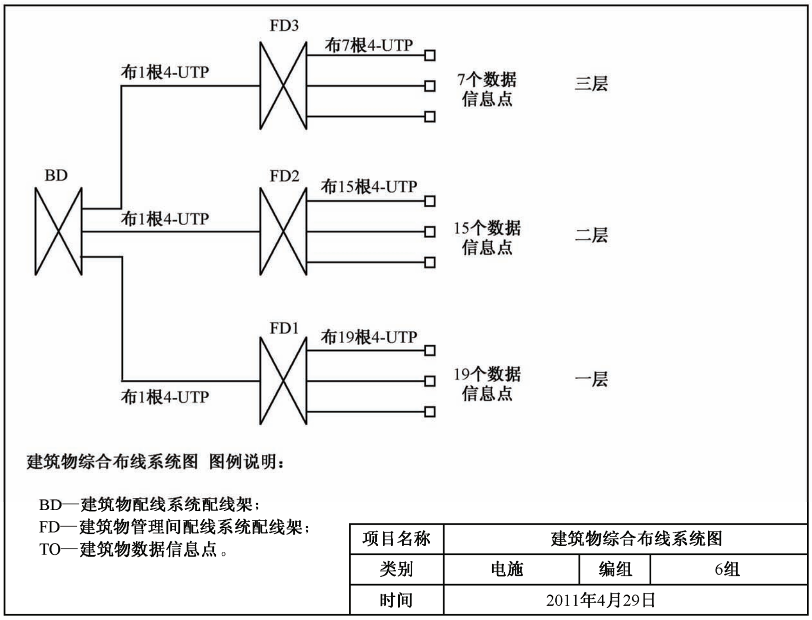


图 14-20　布线系统图

（2）布线路由正确合理。施工图设计了全部缆线和设备等器材的安装管道、安装路径、安装位置等，它决定了工程项目的施工难度和成本。例如水平子系统中电缆的长度和拐弯数量等，电缆越长，拐弯可能就越多，布线难度就越大，对施工技术就有较高的要求。

（3）位置设计正确合理。在施工图中，对穿线管、网络插座、桥架等的位置设计要合理，符合相关标准规定。例如网络插座安装高度，一般为距离地面 300 mm。但是对于学生宿舍等特殊应用场合，为了方便接线，网络插座一般设计在桌面高度以上位置。

（4）说明完整。

（5）图面布局合理。

（6）标题栏完整。

（7）绘制施工图，创建 Microsoft Office Visio 绘图文件。首先打开建筑模型图，另存为“建筑模型设计施工图”，把图面设置为 A4 横向，比例为 1∶10，单位为 mm。参考答案见图 14-21。

在实际施工图设计中，综合布线部分属于弱电设计工种，不需要画建筑物结构图，只需在前期土建和强电设计图中添加综合布线设计内容。

4）编制端口对应表

综合布线工程信息点端口对应表应该在进场施工前完成，并且打印带到现场，方便现场施工编号。端口对应表是综合布线施工必需的技术文件，主要规定房间编号，每个信息点的编号、配线架编号、端口编号、机柜编号等，主要用于系统管理、施工方便和后续日常维护。端口对应表编制要求如下：

（1）表格设计合理。

一般使用 A4 幅面竖向排版的文件，要求表格打印后，表格宽度和文字大小合理，编号

清楚，特别是编号数字不能太大或者太小，一般使用小四号字或五号字。端口对应表设计如表 14-9 所示。

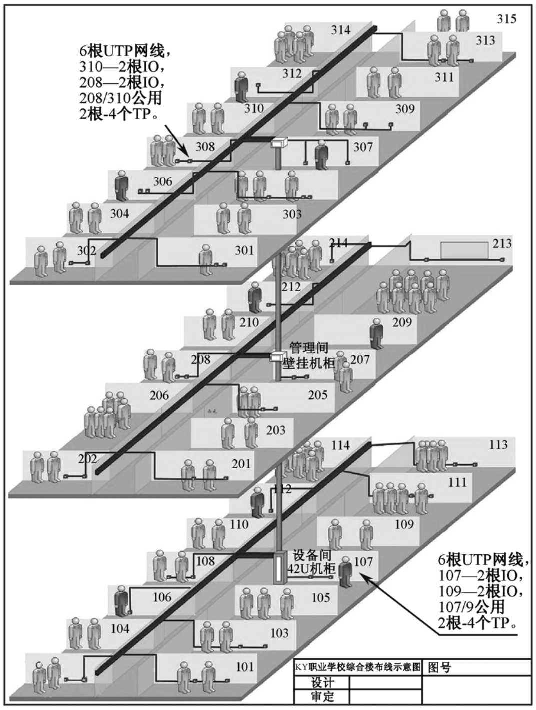


图 14-21　施工图

表 14-9　综合布线教学模型端口对应表

项目名称：　　　　　　建筑物名称：　　　　　　楼层：　　　　　　　文件编号：

序　　号	信息点编号	机 柜 编 号	配线架编号	配线架端口编号	插座底盒编号	房 间 编 号

编制人签字：　　　　　　审核人签字：　　　　　　审定人签字：

编制单位：　　　　　　　　　　　　　　　　　时间：　　　　年　　月　　日

（2）编号正确。

信息点端口编号一般由数字+字母串组成，编号中必须包含工作区位置、端口位置、配线架编号、配线架端口编号、机柜编号等信息，能够直观反映信息点与配线架端口的对应关系。

（3）文件名称正确。

端口对应表可以按照建筑物编制，也可以按照楼层编制，或者按照 FD 配线机柜编制。无论采取哪种编制方法，都要在文件名称中直接体现端口的区域，直接反映该文件的内容。

（4）签字和日期正确。

作为工程技术文件，编写、审核、审定、批准等人员签字非常重要，如果没有签字就无

法确认该文件的有效性，也没有人对文件负责，更没有人敢使用。日期直接反映文件的有效性，因为在实际应用中，可能会经常修改技术文件，一般是最新日期的文件替代以前日期的文件。完成的端口对应表如表 14-10 所示。

表 14-10　综合布线端口对应表

序　号	信息点编号	机柜编号	配线架编号	配线架端口编号	插座底盒编号	房 间 编 号
1	DF1-1-1-1Z-11	DF1	1	1	1	11
2	DF1-1-2-1Y-11	DF1	1	2	1	11
3	DF1-1-24-1Y-17	DF1	1	3	2	17

编制人签字：　　审核人签字：　　审定人签字：

编制单位：　　时间：　　年　　月　　日

实训三

（总分 3 030 分，时间 180 分钟）

第一部分　综合布线工程设计项目（600 分）

近年来，旧楼改造中增加的网络综合布线系统工程项目越来越多，请按照图 14-22 某网络培训中心综合楼建筑模型立体图，完成增加网络综合布线系统的工程设计。设计符合《GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范》，按照超 5 类系统，满足当前网络办公、管理和教学需要，争取以最低成本完成该项目，不考虑语音系统。

裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。具体设计内容和要求如下：

1．完成网络信息点数量统计表（200 分）

要求使用 Excel 软件编制，信息点设置合理、表格设计合理、数量正确、项目名称准确、签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

2．设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

要求使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD 软件、图面布局合理、图形正确、符号标记清楚、连接关系合理、说明完整、标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4 幅面打印 1 份。

3．完成该网络综合布线系统施工图（300 分）

图 14-22 的 Microsoft Office Visio 电子版已经安装在各竞赛机位的电脑中，保存在电脑桌面，文件名为“西元网络培训中心综合楼建筑模型立体图.vsd”。请参赛选手在该 Microsoft Office Visio 图中直接添加设计，不需要重新绘图。请将设计作品保存成图片格式，按照 A4 幅面打印 1 份。

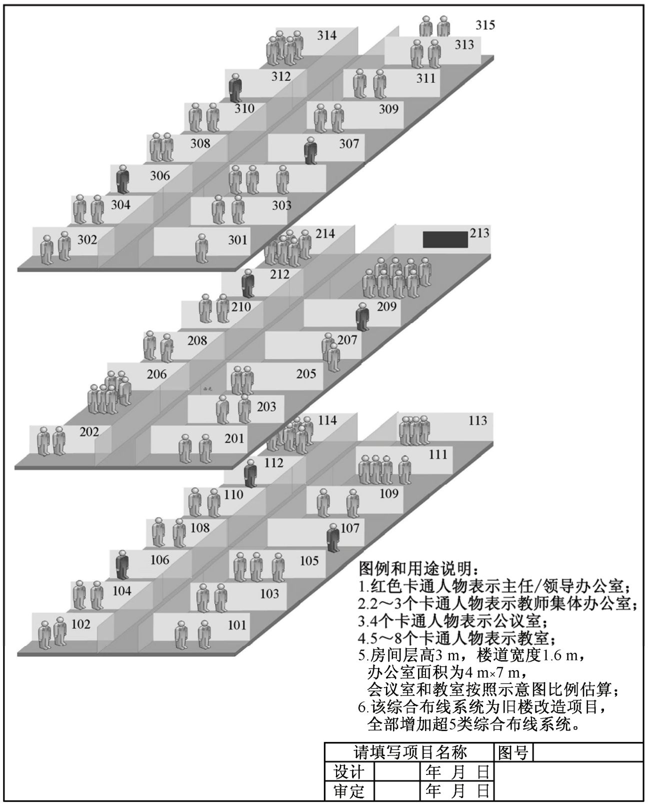


图 14-22　网络培训中心综合楼建筑模型立体图

要求设备间、管理间、工作区信息点位置选择合理，器材规格和数量配置合理。垂直子系统、水平子系统布线路由合理，器材选择正确。文字说明清楚和正确。标题栏完整并且签署参赛队机位号和日期。

说明：实际网络综合布线系统工程的设计一般使用 Auto CAD 软件，本竞赛题只为快速考察选手的设计知识，因此使用了 Microsoft Office Visio 软件。

第二部分　网络配线端接部分（640 分）

网络配线端接在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ−01−05）上进行，如图 14-23 所示。每个竞赛队 1 台设备，具体请按照题目要求和图中表示的位置进行设置。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．网络跳线制作和测试（100 分）

完成 5 根网络跳线制作，其中 3 根 568B 线序，长度为 450 mm，2 根 568A-568B 线序，长度为 600 mm。

每根跳线 20 分，其中长度正确 5 分，线序正确 5 分，端接正确 5 分，剪掉牵引线 5 分。

完成后也必须在图 14-23 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ−01−05）上进行线序和通断测试。

要求在竞赛开始后 60 min 内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．完成测试链路端接（540 分）

在图 14-23 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 4 组测试链路的布线和模块端接，路由如图 14-24 所示。

图 14-23　网络配线实训装置

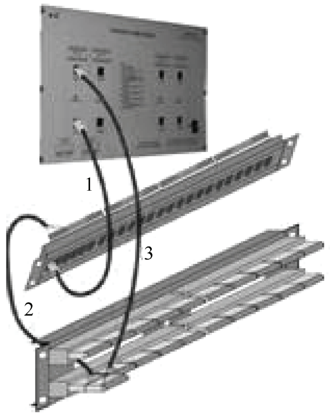


图 14-24　链路端接路由

每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中包括 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

要求线序和端接正确（5 分×6 处），电气连通（30 分 / 组），每根跳线长度合适（5 分×3 根），剥线长度合适（8 分×6 处），剪掉牵引线（2 分×6 处）。

第三部分　布线安装部分（1 290 分）

布线安装施工在西元网络综合布线实训装置（产品型号 KYSYZ-12-1233）上进行，每个竞赛队 1 个区域角。具体路由请按照题目要求和图 14-25 中表示的位置进行设置。

☞**注意：**安装部分可能使用电动工具和需要登高作业，特别要求参赛选手注意安全用电和规范施工，登高作业时首先认真检查和确认梯子安全可靠，双脚不得高于地面 1 m，而且必须 2 个人合作，1 个人操作 1 个人保护。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．FD1 配线子系统线槽安装和布线（490 分）

按照图 14-25 所示的位置，完成 FD1 配线子系统的线槽安装、布线和端接，具体包括如下任务：

（1）完成 FD11～FD16 网络插座安装（10 分 / 个），模块端接（20 分 / 个），面板安装（10 分 / 个）等，要求位置和端接正确（本小题共计 240 分）。

（2）完成线槽安装和布线，粗线槽部分用宽度为 39 mm PVC 线槽，细线槽部分用宽度为 20 mm PVC 线槽，要求横平竖直，现场自制弯头，每个接缝处间隙不大于 1 mm。接头制作按照图 14-26 和图 14-27 所示进行。

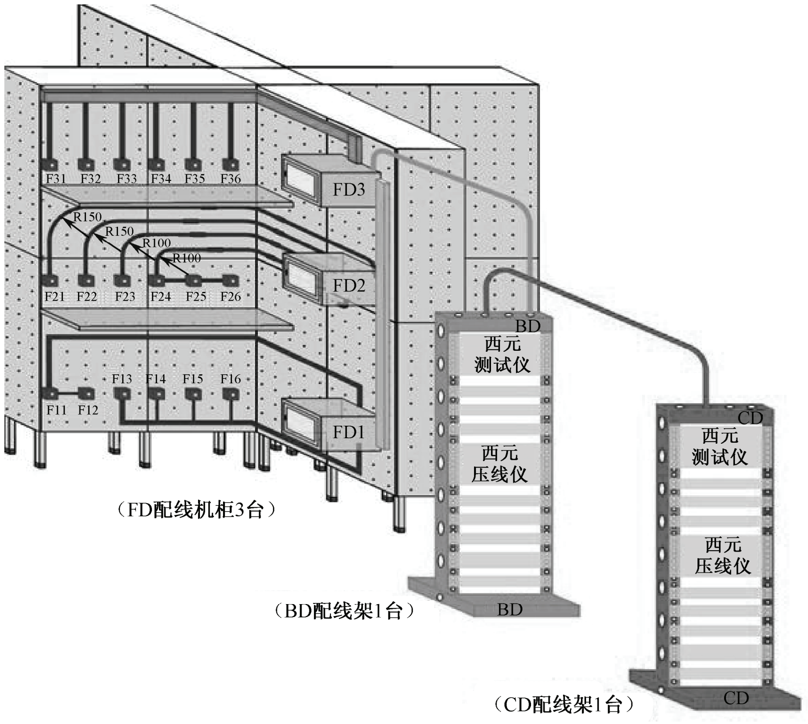


图 14-25　网络综合布线位置图

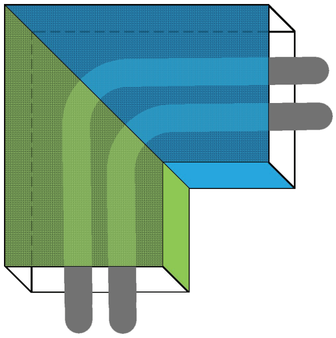


图 14-26　水平弯头制作示意图

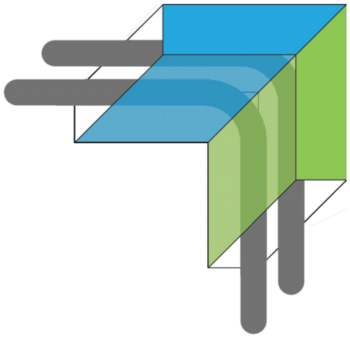


图 14-27　阴角弯头制作示意图

2．FD2 配线子系统线管安装和布线（500 分）

按照图 14-25 所示位置，完成 FD2 配线子系统的线管安装、布线和端接，具体包括如下任务：

（1）完成 FD21～FD26 网络插座安装（10 分/个），模块端接（20 分/个），面板安装（10 分/个）等。要求位置和端接正确（本小题共计 240 分）。

（2）完成线管安装和布线，使用 Φ20 PVC 线管。要求横平竖直，按照图 14-25 要求的曲率半径安装和布线，每个接缝处间隙不大于 1 mm（本小题共计 260 分，曲率半径不合格扣 20 分 / 处，每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 10 分）。

3．建筑物子系统安装和布线（300 分）

本小题共计 250 分，其中每个弯头 50 分，每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 20 分。

按照图 14-25 所示位置，完成 BD-FD1，BD-FD2，BD-FD3 机柜的线管 / 槽安装布线和端接。从标识为 BD 的配线装置向 FD3 机柜安装 1 根 Φ20 PVC 线管，再从虚拟的 FD3 机柜经虚拟的 FD2 向虚拟的 FD1 机柜垂直安装 1 根宽度为 39 mm PVC 线槽，两端安装堵头。

从 BD 向 FD3、FD2、FD1 机柜分别安装 1 根网络双绞线，BD 配线架分别端接在配线架 1、2、3 口。

第四部分　工程管理项目（500 分）

1．竣工资料（300 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确、封面竞赛组编号正确、封面日期正确、内容清楚、完整。

整理全部设计文件等竣工资料，独立装订、完整美观。

2．施工管理（200 分）

施工安全，分工合理，配合默契，合理用料，现场整洁。

实训四

（总分 5 470 分，时间 180 分钟）

第一部分　综合布线工程设计项目（600 分）

近年来，旧楼改造中增加网络综合布线系统工程的项目越来越多，请按照图 14-28（西元网络培训中心综合楼建筑模型立体图）完成增加网络综合布线系统的工程设计。设计符合《GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范》，按照超 5 类系统，满足当前网络办公、管理和教学需要，争取以最低成本完成该项目，不考虑语音系统。裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。具体设计内容和要求如下。

1．完成网络信息点数量统计表（200 分）

要求使用 Excel 软件编制，信息点设置合理、表格设计合理、数量正确、项目名称准确、签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

2．设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

要求使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD 软件，图面布局合理、图形正确、符号标记清楚、连接关系合理、说明完整、标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4

幅面打印 1 份。

3．完成该网络综合布线系统施工图（300 分）

图 14-28 已经安装在各竞赛机位的电脑中，保存在电脑桌面，文件名为“西元网络培训中心综合楼建筑模型立体图.vsd”。请参赛选手在该 Microsoft Office Visio 图中直接添加设计，不需要重新绘图。将设计作品按照 A4 幅面打印 1 份。

要求设备间、管理间、工作区信息点位置选择合理，器材规格和数量配置合理，垂直子系统、水平子系统布线路由合理，器材选择正确。文字说明清楚、正确，标题栏完整并签署参赛队机位号和日期。

实际网络综合布线系统工程的设计一般使用 Auto CAD 软件，本竞赛题只为快速考察选手的设计知识，因此使用了 Microsoft Office Visio 软件。

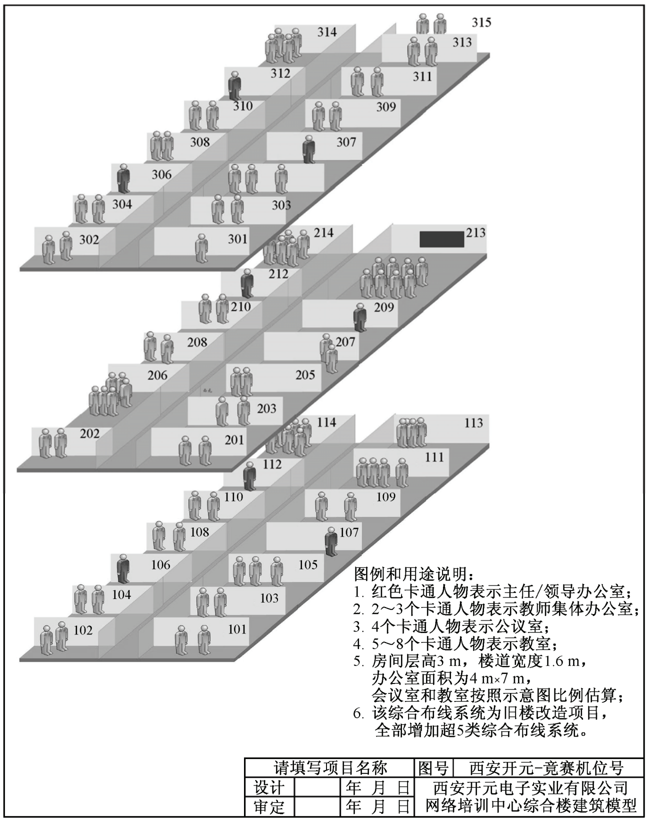


图 14-28　综合楼建筑模型立体图

第二部分　网络配线端接部分（1 450 分）

网络配线端接在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05，如图 14-29 所示）上进行，每个竞赛队 1 台设备，具体请按照题目要求执行。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．网络跳线制作和测试（100 分）

完成 5 根网络跳线制作，其中 3 根 568B 线序，长度为 450 mm，2 根 568A-568B 线序，长度为 600 mm。

每根跳线 20 分，其中长度正确 5 分，线序正确 5 分，端接正确 5 分，剪掉牵引线 5 分。

完成后必须在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上进行线序和通断测试。

要求在竞赛开始后 60 min 内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．完成测试链路端接（540 分）

在图 14-29 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 4 组测试链路的布线和模块端接，路由按照图 14-30 所示。

每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中包括 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

要求线序和端接正确（5 分×6 处），电气连通（30 分 / 组），每根跳线长度合适（5 分×3 根），剥线长度合适（8 分×6 处），剪掉牵引线（2 分×6 处）。

3．完成复杂永久链路端接（810 分）

在图 14-29 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 6 组复杂永久链路的布线和模块端接，如图 14-31 所示。

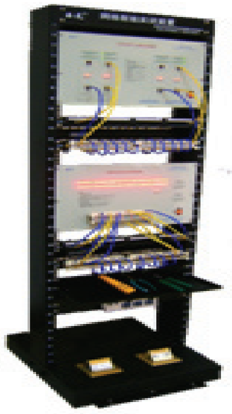


图 14-29　西元网络配线实训装置

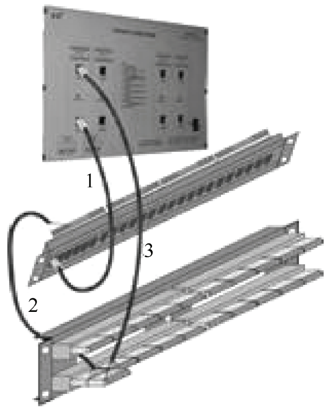


图 14-30　简单链路端接路由

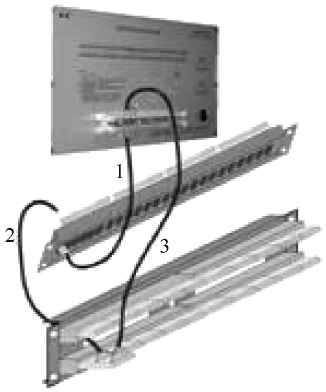


图 14-31　复杂链路端接路由

每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 4 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

要求线序和端接正确（5 分×6 处），电气连通（30 分/组），链路的布线和模块端接路由每根跳线长度合适（5 分×3 根），剥线长度合适（8 分×6 处），剪掉牵引线（2 分×6 处）。

第三部分　布线安装部分（2 740 分）

布线安装施工在西元网络综合布线实训装置（产品型号 KYSYZ-12-1233）上进行，每

个竞赛队 1 个区域角。具体路由请按照题目要求和图 14-32 中表示的位置进行设置。

☞**注意：**安装部分可能使用电动工具和需要登高作业，特别要求参赛选手注意安全用电和规范施工，登高作业时首先认真检查和确认梯子安全可靠，双脚不得高于地面 1 m，而且必须 2 个人合作，1 个人操作 1 个人保护。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

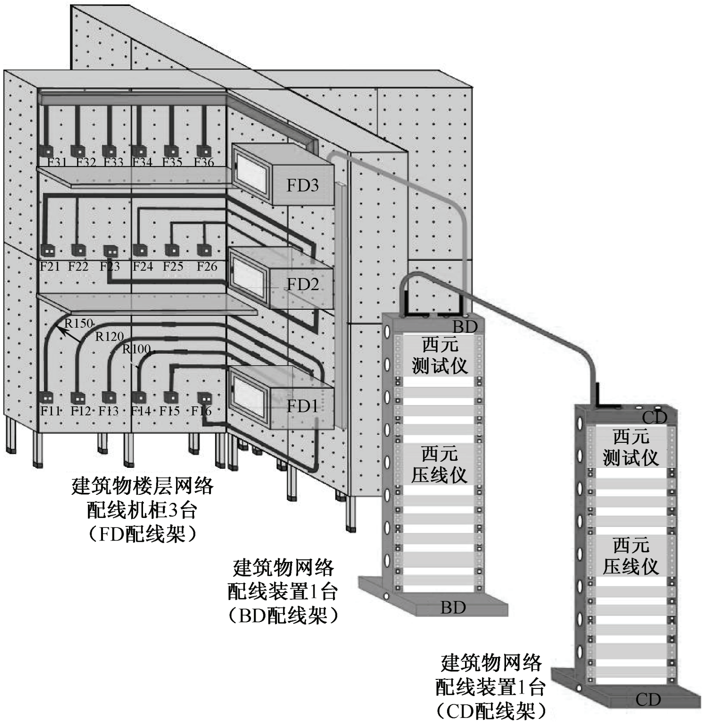


图 14-32　网络综合布线位置图

1．FD1 配线子系统线管安装和布线（1160 分）

按照图 14-32 所示位置，完成 FD1 配线子系统的线管安装、布线和端接，具体包括如下任务：

（1）完成 F11～F16 网络插座安装（10 分 / 个），模块端接（30 分 / 个），面板安装（10 分 / 个）等。要求位置和端接正确（本题共计 390 分）。

☞**注意：**不允许给底盒开孔将 PVC 线管直接插入，只能使用预留进线孔。

（2）完成线管安装和布线，使用 Φ20 PVC 线管。要求横平竖直，按照要求的曲率半径安装和布线，每个接缝处间隙不大于 1 mm（本题 300 分，曲率半径不合格扣 20 分 / 处，每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 10 分）。

（3）完成 FD1 机柜内网络配线架的安装和端接，端接位置从第 1 个模块开始连续端接。要求设备安装位置合理（20 分 / 台），剥线长度合适（10 分 / 根），线序和端接正确（30 分 / 根），预留缆线长度合适（5 分 / 根），剪掉牵引线（5 分 / 根）（本题共计 470 分）。

2．FD2 配线子系统线槽安装和布线（1280 分）

按照图 14-32 所示位置，完成 FD2 配线子系统的线槽安装、布线和端接，具体包括如下任务：

（1）完成 F21～F26 网络插座底盒安装（10 分 / 个），模块端接（30 分 / 个），面板安装（10 分 / 个）等，要求位置和端接正确（本题共计 360 分）。

（2）完成线槽安装和布线，粗线条部分用宽度 39 mm PVC 线槽，细线条部分用宽度 20 mm PVC 线槽。要求线槽横平竖直，现场自制弯头，每个接缝处间隙不大于 1 mm。接头制作要求按照图 14-33 和图 14-34 所示（本题 500 分，其中每个弯头 50 分，每个接缝处间隙大于 1 mm 扣 20 分）。

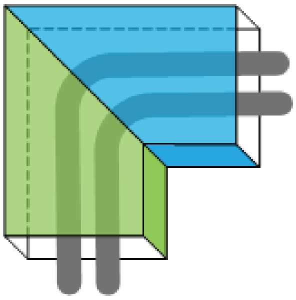


图 14-33　水平弯头制作示意图

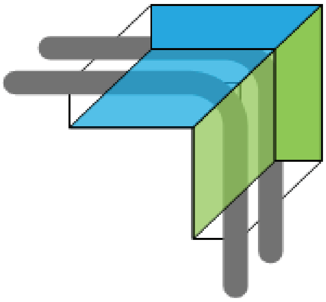


图 14-34　阴角弯头制作示意图

（3）完成 FD2 机柜内网络配线架的安装和端接，端接位置从第 1 个模块开始连续端接。要求设备安装位置合理（20 分 / 台），剥线长度合适（10 分 / 根），线序和端接正确（30 分 / 根），预留缆线长度合适（5 分 / 根），剪掉牵引线（5 分 / 根）。（本题共计 420 分。）

3．建筑物子系统安装和布线（300 分）

按照图 14-32 所示的位置，进行建筑物子系统安装布线。从标识为 BD 的西元配线实训装置向 FD3 机柜安装 1 根 Φ20 PVC 线管，再从 FD1 机柜经 FD2 向 FD3 机柜垂直安装 1 根宽度 60 mm 的线槽，两端安装堵头。

从 BD 向 FD1、FD2、FD3 机柜分别安装 1 根网络双绞线，BD 端将三根网络双绞线分别端接到该设备下面的配线架（10 或 11U 处）第 11、12、13 口对应的模块。FD1、FD2、FD3 机柜内网络双绞线分别端接在配线架的第 24 口对应的模块。

第四部分　工程管理项目（500 分）

1．竣工资料（300 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确、封面竞赛组编号正确、封面日期正确、内容清楚和完整。

整理全部设计文件等竣工资料，独立装订、完整美观。

2．施工管理（200 分）

施工安全、分工合理、配合默契、合理用料、现场整洁。

实训五

（总分 1 000 分，时间 180 分钟）

第一部分　工程设计项目（300 分）

图 14-35 为某中等职业学校综合楼建筑物模型图，请按照下面的要求进行网络综合布线系统工程设计。

1．信息点数量统计表（50 分）

完成语音 / 数据信息点数量统计表的绘制，A4 幅面，并且打印 2 份。

2．系统设计（150 分）

请按照《GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范》，合理设计图 14-35 中建筑物综合布线系统的下列各个子系统。

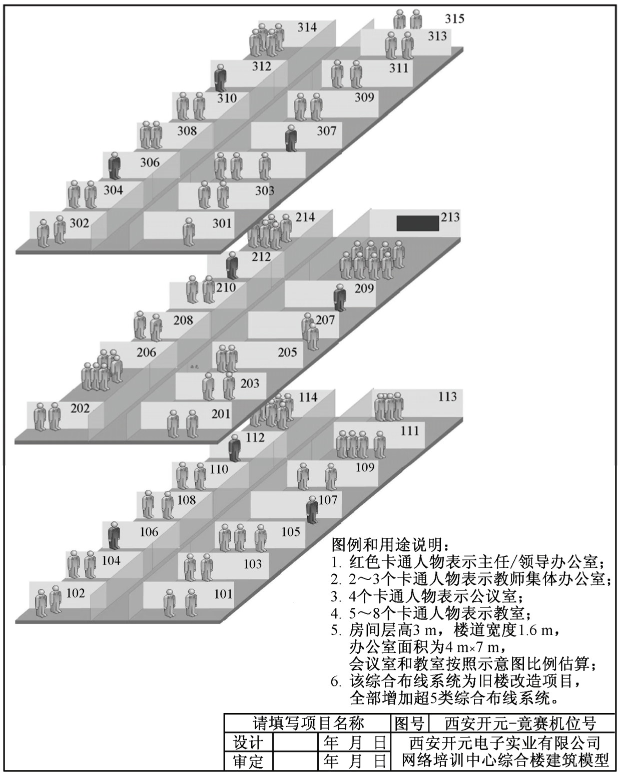


图 14-35　某中等职业学校综合楼建筑模型

首先参赛选手将图 14-35 以竞赛组编号重新命名保存后开始设计，并按照下面规定的颜色表示各个子系统。要求直接在附图中添加，完成设计后同时保存 Microsoft Office Visio 格式和 jpg 格式，并将 jpg 格式文件打印成 A4 图 2 份。

（1）设备间子系统位置、机柜规格和数量，要求用橙色表示（30 分）。

（2）垂直子系统位置、材料规格和数量，要求用绿色表示（30 分）。

（3）管理间子系统位置、机柜规格和数量，要求用黄色表示（30 分）。

（4）水平子系统布线路由、材料规格、数量，要求用蓝色表示（30 分）。

（5）工作区子系统，要求用紫色表示（30 分）。

3．材料统计表（100 分）

请按照设计图纸绘制该综合布线系统工程材料统计表，要求规格齐全、数量正确、辅料合适，并且打印 2 份。

第二部分　工程安装项目（650 分）

1．完成开放式网络机柜现场安装（20 分）

按照产品设备说明书完成设备安装，要求位置正确、固定牢靠。具体安装式样如图 14-36 所示。

图 14-36　配线装置

安装底座固定角钢（5 分）、机柜立柱（5 分）、机柜顶帽（5 分）、19″2U 电源插座板（5 分）。

☞注意：不要进行拆卸电源操作，也不要在地面固定。

2．设备安装（100 分）

按照产品设备说明书完成设备安装，要求位置正确、固定牢靠。安装 1 台 7U 跳线测试仪（20 分）、1 台 7U 压接线实训仪（20 分）、1 台 1U 网络配线架（20 分）、2 台 1U 通信跳线架（20 分）和 2 台 1U 理线环安装（20 分）。

3．完成 4 根网络跳线制作和线对测试（40 分）

制作 4 根网络跳线，2 根 568A 线序，2 根 568A-568B 线序，每根长度 600 mm（每根 10 分），其中每根跳线长度正确（3 分）、线序正确（3 分）、压接护套到位（2 分）、剪掉双绞线中的牵引线（1 分）、线标清楚（1 分）。

要求在竞赛开始后 90 min 内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

4．完成复杂永久链路和模块端接（270 分）

要求完成 6 组复杂永久链路布线和模块端接，按照 568B 标准端接（每组链路 45 分）。

每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 5 对连接块端接 4 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

布线和端接路由：压线实训仪器 5 对连接块上层→网络配线架 RJ-45 口和模块→通信跳

线架连接块下层和上层，具体链路如图 14-37 所示。

要求每段双绞线长度合适（3 分），两端线标正确（3 分）。每个端接处拆开双绞线长度合适（3 分）、芯线位置合适（3 分）、端接图 14-37 线序正确（3 分）。

5．完成复杂永久链路模块端接和测试（180 分）

完成 4 组复杂永久链路布线和模块端接，按照 568B 标准端接（每组链路 45 分）。

每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 5 对连接块端接 2 次。RJ-45 头端接 3 次。RJ-45 模块端接 1 次。每段缆线长度合适。

具体链路如图 14-38 所示。

布线和端接路由：测试实训仪器 RJ-45 口→网络配线架 RJ-45 口和模块→通信跳线架连接块下层和上层→测试实训仪器 RJ-45 口。

要求每段双绞线长度合适（3 分）。两端线标正确（3 分）。每个端接处拆开双绞线长度合适（3 分）。芯线位置合适（3 分）。端接线序正确（3 分）。

图 14-37　链路端接路由

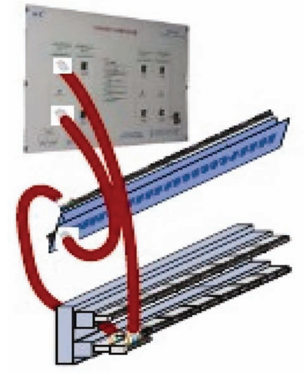


图 14-38　复杂链路端接路由

6．编制链路端口编号表（40 分）

分别编制第一层楼和第二层楼的链路端口对应表。要求每层楼的端口对应表为 1 张 A4 幅面纸，端口与编号对应关系要正确、完整，表格符合工程规范，并标注竞赛组编号（每个表格 20 分）。

第三部分　工程管理项目（50 分）

1．竣工资料（30 分）

竣工资料包括点数统计表（4 分）、设计图纸（4 分）、材料统计表（4 分）、端口编号表（4 分）和施工总结（10 分）。

要求装订整齐（1 分），竞赛组编号明显（1 分），一式两份（2 分）。

2．施工管理（20 分）

现场设备、材料、工具、包装材料堆放整齐有序，文明施工（20 分）。

实训六

（总分 5 980 分，时间 180 分钟）

第一部分　综合布线工程设计项目（900 分）

请按照图 14-39 建筑模型立体图完成增加网络综合布线系统的工程设计。设计符合《GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范》，按照超 5 类系统，满足当前网络办公、管理和教学需要，争取以最低成本完成该项目。

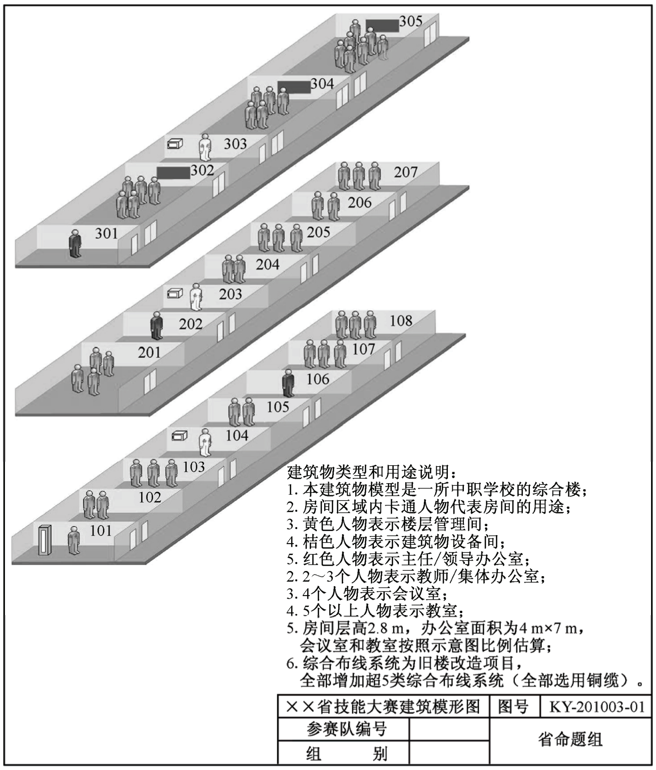


图 14-39　建筑模型图

裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。

全部书面竞赛作品，只能填写竞赛组编号进行识别，不得填写任何名称或者任何形式的识别性标记。如果出现地区、校名、人名等其他任何与竞赛队有关的识别信息，竞赛试卷和作品作废，按照零分对待，并且由大赛组委会进行处理。

参赛选手根据图 14-39 的建筑模型图完成该部分工程设计内容。

1．完成网络信息点数量统计表（200 分）

要求使用 Excel 软件编制，信息点设置合理，表格设计合理、数量正确、项目名称准确、签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

2．设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

要求使用 Microsoft Office Visio 或者 Auto CAD 软件，图面布局合理、图形正确、符号标记清楚、连接关系合理、说明完整、标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4 幅面打印 1 份。

3．完成该网络综合布线系统施工图（300 分）

图 14-39 的电子版文件已经安装在各竞赛机位的电脑中，保存在电脑桌面，文件名为“西元建筑模型立体图.vsd”。请参赛选手在该 Microsoft Office Visio 图中直接添加设计，不需要重新绘图。将设计作品按照 A4 幅面打印 1 份。要求设备间、管理间、工作区信息点位置选择合理，器材规格和数量配置合理。垂直子系统、水平子系统布线路由合理，设备选择正确。文字说明清楚、正确。标题栏完整并且签署参赛队机位号和日期。实际网络综合布线系统工程的设计一般使用 Auto CAD 软件，本竞赛题只为快速考察选手的设计知识，因此使用 Microsoft Office Visio 软件。

4．编制该网络综合布线系统端口对应表（300 分）

要求按照表 14-11 的格式编制该网络综合布线系统端口对应表。要求项目名称准确、表格设计合理、信息点编号正确、签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

每个信息点编号必须具有唯一的编号，编号有顺序和规律，只能使用数字，以方便施工和维护。信息点编号内容和格式如下：工作区编号-网络插口编号-楼层机柜编号-配线架编号-配线架端口编号等。

表 14-11　项目名称

序　　号	信息点编号	工作区编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
1					
2					

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　　　　　　时间：

第二部分　网络配线端接部分（1 040 分）

网络配线端接在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上进行，每个竞赛队 1 台设备，具体请按照题目要求和图中表示的位置进行端接。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．网络跳线制作和测试（100 分）

完成 4 根网络跳线制作，包括 1 根 568B 线序，长度 400 mm。1 根 568A 线序，长度

500 mm。2 根 568A-568B 线序，长度 600 mm。

完成后必须在图 14-40 所示的西元网络配线实训装置上进行线序和通断测试。

每根跳线 25 分，要求长度、线序、端接正确，并剪掉牵引线。

要求在竞赛开始后 60 min 内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．完成基本测试链路端接（200 分）

在图 14-40 所示的西元网络配线实训装置上并排完成 2 组基本测试链路的布线和模块端接，路由如图 14-41 所示。

每组链路 100 分，要求：

（1）每组包括 2 根跳线和端接 4 次，其中包括 RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 10U 处 RJ-45 配线架的第 1 个端口模块顺序端接。

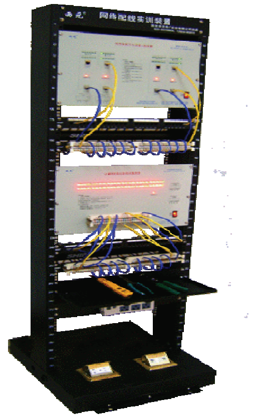


图 14-40　网络配线实训设备

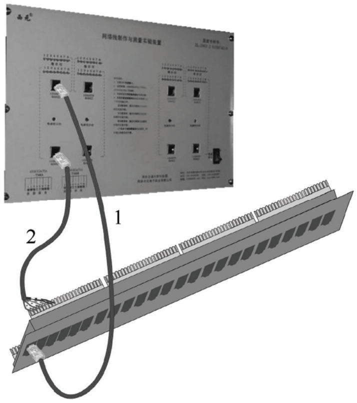


图 14-41　基本链路端接路由

3．完成复杂测试链路端接（270 分）

在图 14-40 所示的西元网络配线实训装置上并排完成 2 组复杂测试链路的布线和模块端接，路由如图 14-42 所示。

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 10U 处 RJ-45 配线架的第 3 个端口模块顺序端接。

4．完成基本网络配线端接（200 分）

在图 14-40 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 2 组基本网络配线的布线和模块端接，路由见图 14-43。

每组链路 100 分，要求：

（1）每组包括 2 根跳线和端接 4 次，其中 110 型 5 对连接块接 2 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度合适、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

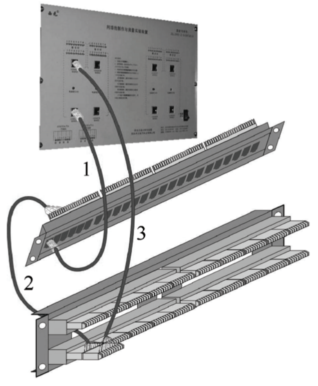


图 14-42　复杂链路端接路由

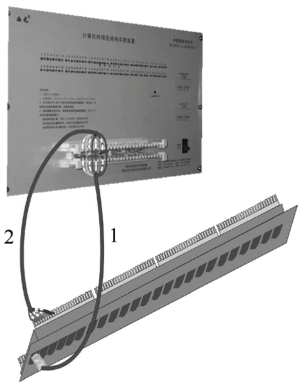


图 14-43　基本配线端接路由

（3）从西元网络配线实训装置 24U 处 RJ-45 配线架的第 1 个端口模块顺序端接。

5．完成复杂网络配线端接（270 分）

在图 14-40 所示的西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 2 组复杂网络配线的布线和模块端接，路由见图 14-44。

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 3 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度合适、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

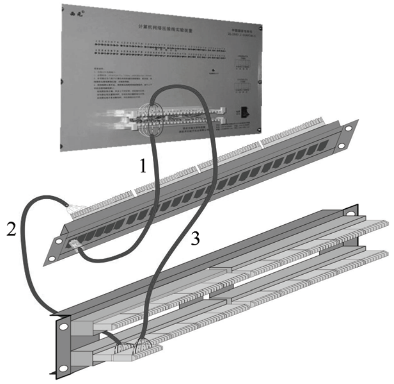


图 14-44　复杂配线端接路由

（3）从西元网络配线实训装置 24U 处 RJ-45 配线架的第 3 个端口模块顺序端接。

第三部分　布线安装部分（3 540 分）

布线安装施工在西元网络综合布线实训装置（产品型号 KYSYZ-08-0833）上进行，每个竞赛队 1 个区域角。

☞**注意：**安装部分可能需要使用电动工具和登高作业，特别要求参赛选手注意安全用电和规范施工，登高作业时首先认真检查和确认梯子安全可靠，双脚不得高于地面 1 m，而且必须 2 个人合作，1 个人操作 1 个人保护。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

具体路由请按照题目要求和图 14-45 中表示的位置进行设置。

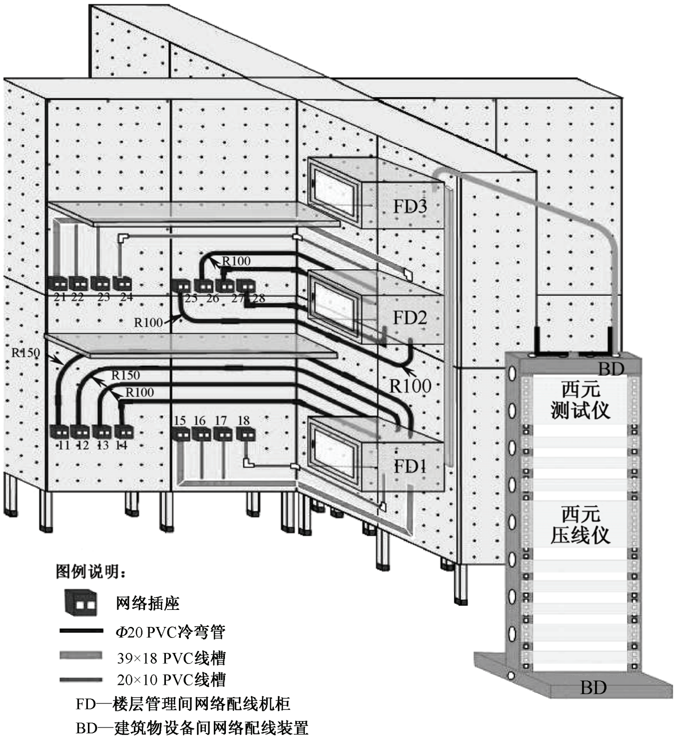


图 14-45　BD-FD-TO 网络综合布线系统示意图

按照图 14-45 所示的位置，完成 FD 配线子系统的线槽、线管、底盒、模块、面板的安装，同时完成布线端接。要求横平竖直，位置和曲率半径正确，接缝不大于 1 mm。

每层第 1 个插座模块的双绞线，端接到机柜内配线架的 1、2 口，其余顺序端接。

具体包括如下任务。

1．FD1 配线子系统线槽 / 线管安装和布线（1620 分）

完成以下指定路由的安装和布线：

（1）11～13 插座布线路由。使用 Φ20 PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图 14-45 所示的曲率半径要求安装线管和布线。

（2）14 插座布线路由。使用 Φ20 PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（3）15 插座布线路由。使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装线槽和布线。接头制作示意图分别见图 14-46 和图 14-47。

（4）16～17 插座布线路由。使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×14 mm PVC 线槽组合安装线槽和布线。

（5）18 插座布线路由。使用 20 mm×14 mm PVC 线槽和成品弯头、阴角安装线槽和布线。

（6）完成 FD1 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确、预留缆线长度合适，并剪掉牵引线。

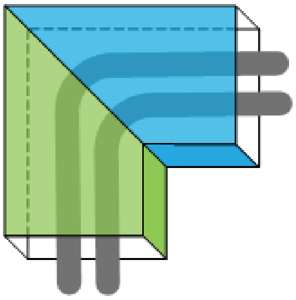


图 14-46　水平弯头制作示意图

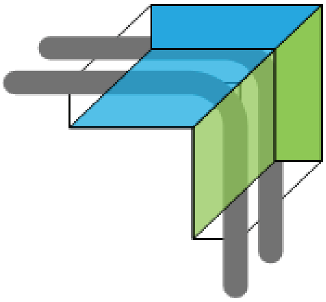


图 14-47　阴角弯头制作示意图

☞**注意**：不允许在底盒开孔将 PVC 线管直接插入，只能使用预留进线孔。

2．FD2 配线子系统线槽 / 线管的安装和布线（1620 分）

完成以下指定路由的安装和布线：

（1）21 插座布线路由。使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装，只允许使用一个成品弯头。接头制作按照图 14-46 和图 14-47 所示进行。

（2）22～23 插座布线路由。使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×14 mm PVC 线槽组合安装安装线槽和布线。

（3）24 插座布线路由。使用 20×14 PVC 线槽和成品弯头、阴角安装安装线槽和布线。

（4）25～26 插座布线路由。使用 *Φ*20 PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图示曲率半径要求安装线管和布线。

（5）27～28 插座布线路由。使用 *Φ*20 PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（6）完成 FD2 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确、预留缆线长度合适，并剪掉牵引线。

3．建筑物子系统的安装和布线（300 分）

从标识为 BD 的西元配线实训装置向 FD3 机柜安装 1 根 *Φ*20 PVC 线管，再从 FD1 机柜经 FD2 向 FD3 机柜垂直安装 1 根 39 mm×18 mm 线槽，两端安装堵头。

将 BD 端 *Φ*20 PVC 线管用 L 型支架和管卡固定在 BD 配线架顶部。

从 BD 向 FD1、FD2 机柜分别安装 1 根网络双绞线，BD 端将 2 根网络双绞线分别端接到该设备上面的配线架（10 或者 11U 处）第 20、21、22 口对应的模块上。

FD1、FD2 机柜内网络双绞线分别端接在配线架的第 24 口对应的模块上。

第四部分　工程管理项目（500 分）

1．竣工资料（300 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确、封面竞赛组编号正确、封面日期正确、内容清楚和完整。

整理全部设计文件等竣工资料，独立装订、完整美观。

2．施工管理（200 分）

施工安全、分工合理、配合默契、合理用料、现场整洁。

实训七

（总分 4 830 分，时间 180 分钟）

综合布线系统的设计和安装工程涉及既有建筑物改造和新建筑物项目。本次竞赛模拟给定一个比较简单的既有建筑物增加网络综合布线系统工程实例，请各竞赛队按照题目要求完成下面的工程设计、安装施工和竣工资料。

全部书面竞赛作品，只能填写竞赛组编号进行识别，不得填写任何名称或者任何形式的识别性标记。如果出现地区、校名、人名等其他任何与竞赛队有关的识别信息，竞赛试卷和作品作废，按照零分对待，并且由大赛组委会进行处理。

第一部分　综合布线系统工程设计项目（1 000 分）

请根据图 14-48 某既有建筑物增加网络综合布线系统模型图的具体要求完成以下设计任务。请参赛队注意，裁判评分只按照各参赛队提交的书面打印文件。裁判依据各参赛队提交的书面打印文档评分，没有书面文档的项目不得分。

1．完成网络信息点数量统计表（200 分）

要求使用 OpenOffice 软件编制，信息点设置合理，表格设计合理、数量正确、项目名称准确、签字和日期完整，并采用 A4 幅面打印 1 份。

2．设计和绘制该网络综合布线系统图（100 分）

要求使用 OpenOffice 或者 Auto CAD 软件，图面布局合理、图形正确、符号标记清楚、连接关系合理、说明完整。标题栏合理（包括项目名称、签字和日期），采用 A4 幅面打印 1 份。

3．完成该网络综合布线系统施工图（400 分）

使用 OpenOffice 或者 Auto CAD，将图 14-48 所示的工程项目立体示意图设计和绘制成平面施工图，要求全部施工图按照 A4 幅面设计，可以采用多张图纸，并且分别打印 1 份，不允许使用立体图。

设备和器材规格必须符合本比赛题中的规定，器材和安装位置等尺寸现场实际测量。要包括以下内容：

（1）BD-FD-TO 布线路由、设备位置和尺寸正确。

（2）机柜和插座位置、规格正确。

（3）图面设计、布局合理，位置尺寸标注清楚正确。

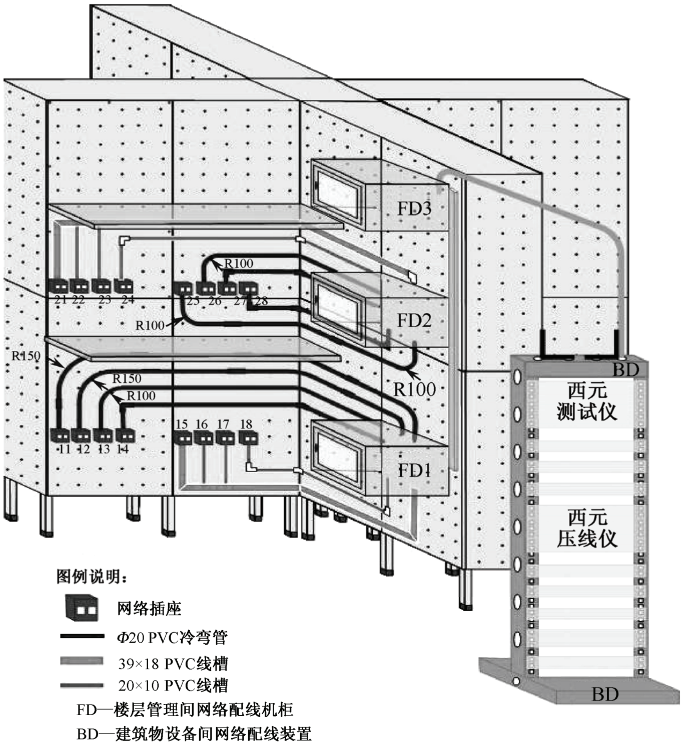


图 14-48　某既有建筑物增加网络综合布线系统模型图 1

（4）图形符号规范，说明正确、清楚。

（5）标题栏完整，签署参赛队机位号。

4．编制该网络综合布线系统端口对应表（300 分）

要求按照表 14-12 所示的格式编制该网络综合布线系统端口对应表。要求项目名称准确，表格设计合理，信息点编号正确，签字和日期完整，采用 A4 幅面打印 1 份。

每个信息点必须具有唯一的编号，编号有顺序和规律，只能使用数字，方便施工和维护。信息点编号的内容和格式如下：工作区编号-网络插口编号-楼层机柜编号-配线架编号-配线架端口编号等。

表 14-12　项目名称

序　　号	信息点编号	工作区编号	楼层机柜编号	配线架编号	配线架端口编号
1					
2					

编制人：（只能签署参赛机位号）　　　　　　　时间：

第二部分　网络配线端接部分（640 分）

网络配线端接在西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上进行，每个竞赛队 1 台设备，具体请按照题目要求和图中表示的位置进行设置。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

1．网络跳线的制作和测试（100 分）

完成 4 根网络跳线制作，包括 1 根 568B 线序，长度为 400 mm。1 根 568A 线序，长度为 500 mm。2 根 568A-568B 线序，长度为 600 mm。

每根跳线 25 分，要求长度、线序、端接正确，并剪掉牵引线。

要求在竞赛开始后 60 min 内完成，摆放在工作台上，供裁判组评判。

2．完成复杂测试链路端接（270 分）

在图 14-49 所示的标识有 BD 西元网络配线实训装置上并排完成 2 组复杂测试链路的布线和模块端接，路由如图 14-50 所示。

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 2 次，RJ-45 头端接 3 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度合适、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 10U 处 RJ-45 配线架的第 1 个端口模块顺序端接。

3．完成复杂网络配线端接（270 分）

在图 14-49 所示的标识有 BD 西元网络配线实训装置（产品型号 KYPXZ-01-05）上并排完成 2 组复杂网络配线的布线和模块端接，路由如图 14-51 所示。

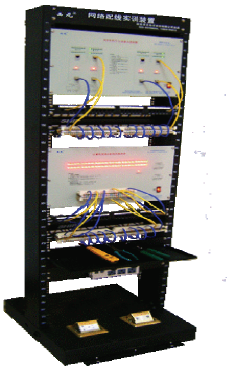


图 14-49　西元网络配线实训装置

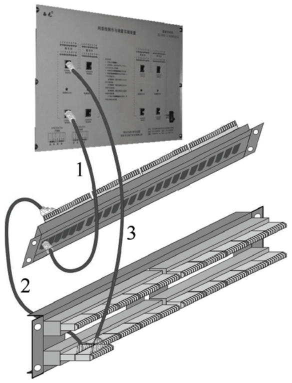


图 14-50　复杂链路端接路由

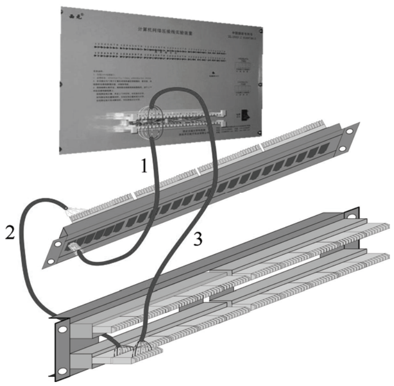


图 14-51　复杂配线端接路由

每组链路 135 分，要求：

（1）每组包括 3 根跳线和端接 6 次，其中 110 型 5 对连接块端接 3 次，RJ-45 头端接 1 次，RJ-45 模块端接 1 次。

（2）线序和端接正确、电气连通、每根跳线长度合适、剥线长度合适，并剪掉牵引线。

（3）从西元网络配线实训装置 24U 处 RJ-45 配线架的第 1 个端口模块顺序端接。

第三部分　布线安装部分（2090 分）

布线安装施工在西元网络综合布线实训装置（产品型号 KYSYZ-12-1233）上进行，每个竞赛队 1 个区域角。

☞**注意：**安装部分可能使用电动工具和需要登高作业，特别要求参赛选手注意安全用电和规范施工，登高作业时首先认真检查和确认梯子安全可靠，双脚不得高于地面 1 m，而且必须 2 个人合作，1 个人操作 1 个人保护。

安装操作方法请参考西安开元电子实业有限公司的产品说明书。

按照图 14-52 所示的位置，完成 FD 配线子系统的线槽、线管、底盒、模块、面板的安装，同时完成布线端接。要求横平竖直，位置和曲率半径正确，接缝不大于 1 mm。

要求每个底盒敷设 2 根双绞线，每层第 1 个插座模块的双绞线，端接到机柜内配线架的 1、2 口，其余顺序端接。

具体路由请按照题目要求和图 14-52 中所示的位置进行设置。

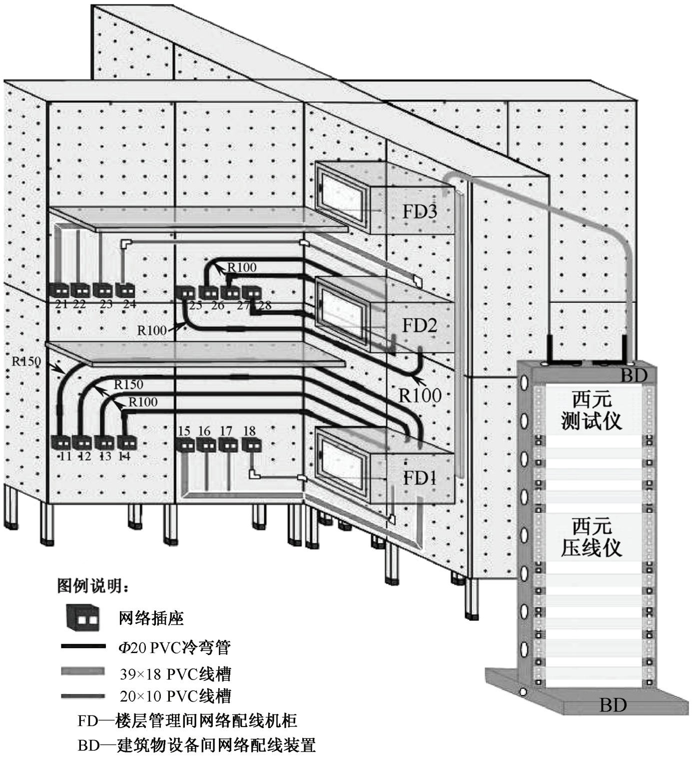


图 14-52　某既有建筑物增加网络综合布线系统模型图 2

具体包括如下任务。

1．FD1 配线子系统线槽 / 线管安装和布线（970 分）

完成以下指定路由的安装和布线。

（1）11～13 插座布线路由使用 Φ20 PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图示曲率半径要求安装线管和布线。

（2）14 插座布线路由使用 Φ20 PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（3）15 插座布线路由使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装线槽和布线。接头制作要求如图 14-53 和图 14-54 所示。

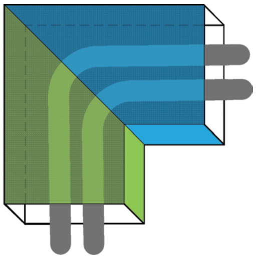


图 14-53　水平弯头制作示意图

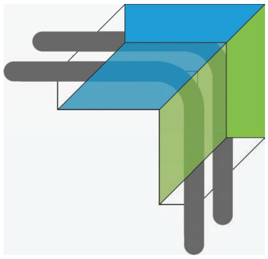


图 14-54　阴角弯头制作示意图

（4）16～17 插座布线路由使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×10 mm PVC 线槽组合安装线槽和布线。

（5）18 插座布线路由使用 20 mm×10 mm PVC 线槽和自制弯头、阴角安装线槽和布线。

（6）完成 FD1 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确、预留缆线长度合适，并剪掉牵引线。

☞**注意：**不允许在底盒开孔将 PVC 线管直接插入，只能使用预留进线孔。

2．FD2 配线子系统线槽 / 线管的安装和布线（970 分）

完成以下指定路由的安装和布线。

（1）21 插座布线路由使用 39 mm×18 mm PVC 线槽，自制弯头安装，只允许使用一个成品弯头。接头制作要求如图 14-53 和图 14-54 所示。

（2）22～23 插座布线路由使用 39 mm×18 mm 和 20 mm×10 mm PVC 线槽组合安装线槽和布线。

（3）24 插座布线路由使用 20 mm×10 mm PVC 线槽和自制弯头、阴角安装线槽和布线。

（4）25～26 插座布线路由使用 Φ20 PVC 冷弯管和直接头，并且自制弯头，按照图示曲率半径要求安装线管和布线。

（5）27～28 插座布线路由使用 Φ20 PVC 冷弯管、直接头、弯头安装线管和布线。

（6）完成 FD2 机柜内网络配线架的安装和端接。要求设备安装位置合理、剥线长度合适、线序和端接正确、预留缆线长度合适，并剪掉牵引线。

3．建筑物子系统的安装和布线（150 分）

从标识为 BD 的西元配线实训装置向 FD3 机柜安装 1 根 Φ20 PVC 线管，再从 FD1 机柜经 FD2 向 FD3 机柜垂直安装 1 根 39 mm×18 mm 线槽，两端安装堵头。

将 BD 端 Φ20 PVC 线管用 L 型支架和管卡固定在 BD 配线架顶部。

从 BD 向 FD1、FD2 机柜分别安装 1 根网络双绞线，BD 端将 2 根网络双绞线分别端接

到该设备上面的配线架（10 或 11U 处）第 23、24 口对应的模块。

FD1、FD2 机柜内网络双绞线分别端接在配线架的第 24 口对应的模块。

第四部分　工程管理项目（500 分）

1．竣工资料（300 分）

根据设计和安装施工过程，编写项目竣工总结报告，要求报告名称正确，封面竞赛组编号正确，封面日期正确，内容清楚、完整。

整理全部设计文件等竣工资料，独立装订、完整美观。

2．施工管理（200 分）

施工安全、分工合理、配合默契、合理用料、现场整洁。

第五部分　故障检测和分析（600 分）

1．综合布线系统常见故障检测和分析（600 分）

使用 FLUKE1800 线缆分析仪，检测西元故障检测实训装置中已经设定的 A 组 6 个永久链路，按照 GB 50312—2007 标准判断每个永久链路检测结果是否合格，判断主要故障类型，分析故障主要原因，并将检测结果、故障类型和原因等手工填写在表 14-13 中。

要求故障检测结果正确，故障类型判断准确、全面，主要原因分析正确（每个参赛队限定 20 min）。

裁判只依据表 14-13 所示的书面文档评分，没有书面文档不得分。

表 14-13　综合布线系统常见故障检测分析表

序　　号	链 路 名 称	检 测 结 果	主要故障类型	主要故障的主要原因分析
	A1-A1 链路			
	A2-A2 链路			
	A3-A3 链路			
	A4-A4 链路			
	A5-A5 链路			
	A6-A6 链路			

检测分析人：　　（只能填写机位号）　　　　时间：　　年　　月　　日

附录 A　综合布线系统信道各项指标值

回波损耗（RL）只在布线系统中的 C、D、E、F 级采用，在布线的两端均应符合回波损耗值的要求，布线系统信道的最小回波损耗值应符合表 A-1 的规定。

表 A-1　信道回波损耗值

频率 / MHz	最小回波损耗 / dB			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	17.0	19.0	19.0
16	15.0	17.0	18.0	18.0
100		10.0	12.0	12.0
250			8.0	8.0
600				8.0

布线系统信道的插入损耗（IL）值应符合表 A-2 的规定。

表 A-2　信道插入损耗值

频率 / MHz	最大插入损耗 / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.0	5.5				
1		5.8	4.2	4.0	4.0	4.0
16			14.4	9.1	8.3	8.1
100				24.0	21.7	20.8
250					35.9	33.8
600						54.6

线对与线对之间的近端串扰（NEXT）在布线的两端均应符合 NEXT 值的要求，布线系统信道的近端串扰值应符合表 A-3 的规定。

表 A-3　信道近端串扰值

频率 / MHz	最小近端串扰 / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0				
1		25.0	39.1	60.0	65.0	65.0
16			19.4	43.6	53.2	65.0
100				30.1	39.9	62.9
250					33.1	56.9
600						51.2

近端串扰功率和（PS NEXT）只应用于布线系统的 D、E、F 级，在布线的两端均应符合 PS NEXT 值要求，布线系统信道的 PS NEXT 值应符合表 A-4 的规定。

表 A-4　信道近端串扰功率和值

频率 / MHz	最小近端串扰功率和 / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	57.0	62.0	62.0
16	40.6	50.6	62.0
100	27.1	37.1	59.9
250		30.2	53.9
600			48.2

线对与线对之间的衰减串扰比（ACR）应用于布线系统的 D、E、F 级，ACR 值是 NEXT 与插入损耗分贝值之间的差值，在布线的两端均应符合 ACR 值要求。布线系统信道的 ACR 值应符合表 A-5 的规定。

表 A-5　信道衰减串扰比值

频率 / MHz	最小衰减串扰比 / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	56.0	61.0	61.0
16	34.5	44.9	56.9
100	6.1	18.2	42.1
250		−2.8	23.1
600			−3.4

ACR 功率和（PS ACR）为表 A-4 近端串扰功率和值与表 A-5 插入损耗值之间的差值。布线系统信道的 PS ACR 值应符合表 A-6 的规定。

线对与线对之间等电平远端串扰（ELFEXT）对于布线系统信道的数值应符合表 A-7 的规定。

布线系统永久链路的最小 PS ELFEXT 值应符合表 A-8 的规定。

表 A-6　信道 ACR 功率和值

频率 / MHz	最小 ACR 功率和 / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	53.0	58.0	58.0
16	31.5	42.3	53.9
100	3.1	15.4	39.1
250		−5.8	20.1
600			−6.4

表 A-7　信道等电平远端串扰值

频率 / MHz	最小等电平远端串扰 / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	57.4	63.3	65.0
16	33.3	39.2	57.5
100	17.4	23.3	44.4
250		15.3	37.8
600			31.3

表 A-8　永久链路的最小 PS ELFEXT 值

频率 / MHz	最小 PS ELFEXT 值 / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	55.6	61.2	62.0
16	31.5	37.2	56.3
100	15.6	21.2	43.0
250		13.2	36.2
600			29.6

布线系统信道的直流环路电阻（D.C.）应符合表 A-9 的规定。

表 A-9　信道直流环路电阻

最大直流环路电阻 / Ω					
A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
560	170	40	25	25	25

布线系统信道的传播时延应符合表 A-10 的规定。

布线系统信道的传播时延偏差应符合表 A-11 的规定。

一个信道的非平衡衰减（纵向对差分转换损耗（LCL）或横向转换损耗（TCL））应符合表 A-12 的规定。在布线的两端均应符合不平衡衰减的要求。

表 A-10　信道传播时延偏差

频率 / MHz	最大传播时延 / μs					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	20.000	5.000				
1		5.000	0.580	0.580	0.580	0.580
16			0.553	0.553	0.553	0.553
100				0.548	0.548	0.548
250					0.546	0.546
600						0.545

表 A-11　信道传播时延偏差

等级	频率 / MHz	最大时延偏差 / μs
A	f=0.1	
B	0.1≤f≤1	
C	1≤f≤16	0.050①
D	1≤f≤100	0.050①
E	14≤f≤250	0.050①
F	14≤f<600	0.030②

注：① 0.050 为 0.045+4×0.001 25 计算结果；② 0.030 为 0.025+4×0.001 25 计算结果。

表 A-12　信道非平衡衰减

等级	频率 / MHz	最大不平衡衰减 / dB
A	F=0.1	30
B	0.1≤f≤1	在 0.1 MHz 时为 45；1 MHz 时为 20
C	1≤f<16	30～5 lg（f）f.f.S.
D	1≤f≤l00	40～10 lg（f）f.f.S.
E	1≤f≤250	40～10 lg（f）f.f.S.
F	1≤f≤600	40～10 lg（f）f.f.S.

附录 B　综合布线系统工程设计中永久链路的各项指标参数值

综合布线系统永久链路的最小回波损耗值应符合表 B-1 的规定。

表 B-1　永久链路最小回波损耗值

频率 / MHz	最小回波损耗 / dB			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	19.0	21.0	21.0
16	15.0	19.0	20.0	20.0
100		12.0	14.0	14.0
250			10.0	10.0
600				10.0

综合布线系统永久链路的最大插入损耗值应符合表 B-2 的规定。

表 B-2　永久链路最大插入损耗值

频率 / MHz	最大插入损耗 / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.0	5.5				
1		5.8	4.0	4.0	4.0	4.0
16			12.2	7.7	7.1	6.9
100				20.4	18.5	17.7
250					30.7	28.8
600						46.6

综合布线系统永久链路的最小近端串扰值应符合表 B-3 的规定。

表 B-3　永久链路最小近端串扰值

频率 / MHz	最小 NEXT / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0				
1		25.0	40.1	60.0	65.0	65.0
16			21.1	45.2	54.6	65.0
100				32.3	41.8	65.0
250					35.3	60.4
600						54.7

综合布线系统永久链路的最小近端串扰功率和值应符合表 B-4 的规定。

表 B-4　永久链路最小近端串扰功率和值

频率 / MHz	最小 PS NEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	57.0	62.0	62.0
16	42.2	52.2	62.0
100	29.3	39.3	62.0
250		32.7	57.4
600			51.7

综合布线系统永久链路的最小 ACR 值应符合表 B-5 的规定。

表 B-5　永久链路最小 ACR 值

频率 / MHz	最小 ACR / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	56.0	61.0	61.0
16	37.5	47.5	58.1
100	11.9	23.3	47.3
250		4.7	31.6
600			8.1

综合布线系统永久链路的最小 PS ACR 值应符合表 B-6 的规定。

表 B-6　永久链路最小 PS ACR 值

频率 / MHz	最小 PS ACR / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	53.0	58.0	58.0
16	34.5	45.1	55.1
100	8.9	20.8	44.3
250		2.0	28.6
600			5.1

综合布线系统永久链路的最小等电平远端串扰值应符合表 B-7 的规定。

表 B-7　永久链路最小等电平远端串扰值

频率 / MHz	最小 ELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	58.6	64.2	65.0
16	34.5	40.1	59.3
100	18.6	24.2	46.0
250		16.2	39.2
600			32.6

综合布线系统永久链路的最小 PS ELFEXT 值应符合表 B-8 规定。

表 B-8　永久链路最小 PS ELFEXT 值

频率 / MHz	最小 PS ELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	55.6	61.2	62.0
16	31.5	37.1	56.3
100	15.6	21.2	43.0
250		13.2	36.2
600			29.6

综合布线系统永久链路的最大直流环路电阻应符合表 B-9 的规定。

表 B-9　永久链路最大直流环路电阻（Ω）

lA 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
l530	140	34	21	21	21

综合布线系统永久链路的最大传播时延应符合表 B-10 的规定。

表 B-10　永久链路最大传播时延值

频率 / MHz	最大传播时延 / μs					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	19.400	4.400				
1		4.400	0.521	0.521	0.521	0.521
16			0.496	0.496	0.496	0.496
100				0.491	0.491	0.491
250					0.490	0.490
600						0.489

综合布线系统永久链路的最大传播时延偏差应符合表 B-11 的规定。

表 B-11　永久链路传播时延偏差

等级	频率 / MHz	最大时延偏差 / μs
A	−0.1	
B	0.1≤*f*<1	
C	1≤*f*<16	0.044①
D	1≤*f*≤100	0.044①
E	1≤*f*≤250	0.044①
F	1≤*f*≤600	0.026②

注：① 0.044 为 0.9×0.045+3×0.001 25 的计算结果；② 0.026 为 0.9×0.025+3×0.001 25 的计算结果。

附录 C　5e 类、6 类和 7 类信道测试项目及性能指标

5e 类、6 类和 7 类信道测试项目及性能指标要符合以下要求（测试条件为环境温度 20℃）：

（1）回波损耗（RL）：只在布线系统中的 C、D、E、F 级采用，信道的每一线对和布线的两端均应符合回波损耗值的要求，布线系统信道的最小回波损耗值应符合表 C-1 的规定，并可参考表 C-2 所列关键频率的回波损耗建议值。

表 C-1　信道回波损耗值

级别	频率 / MHz	最小回波损耗 / dB
C	1≤*f*<16	15.0
D	1≤*f*<20	17.0
	20≤*f*≤100	30−10 lg（*f*）
E	1≤*f*<l0	19.0
	10≤*f*<40	24−5 lg（*f*）
	40≤*f*<250	32−10 lg（*f*）
F	1≤*f*<10	19.0
	10≤*f*<40	24−5 lg（*f*）
	40≤*f*<251.2	32−10 lg（*f*）
	251.2≤*f*≤600	8.0

表 C-2　信道回波损耗建议值

频率 / MHz	最小回波损耗 / dB			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	17.0	19.0	19.0
16	15.0	17.0	18.0	18.0
100	—	10.0	12.0	12.0
250	—	—	8.0	8.0
600	—	—	—	8.0

（2）插入损耗（IL）：布线系统信道每一个线对的插入损耗值应符合表 C-3 的规定，并可参考表 C-4 所列关键频率的插入损耗建议值。

表 C-3　信道插入损耗值

级别	频率 / MHz	最大插入损耗 / dB
A	*f*=0.1	16.0
B	*f*=0.1	5.5
	f=1	5.8

（续表）

级别	频率 / MHz	最大插入损耗 / dB
C	$1 \leqslant f \leqslant 16$	$1.05\times(3.23\sqrt{f})+4\times0.2$
D	$1 \leqslant f \leqslant 100$	$1.05\times(1.910\,8\sqrt{f}+0.022\,2\times f+0.2/\sqrt{f})+4\times0.04\times\sqrt{f}$
E	$1 \leqslant f \leqslant 250$	$1.05\times(1.82\sqrt{f}+0.016\,9\times f+0.25/\sqrt{f})+4\times0.02\times\sqrt{f}$
F	$1 \leqslant f \leqslant 600$	$1.05\times(1.8\sqrt{f}+0.01\times f+0.2/\sqrt{f})+4\times0.02\times\sqrt{f}$

注：插入损耗（IL）的计算值小于 4.0 dB 时均按 4.0 dB 考虑。

表 C-4　信道插入损耗建议值

频率 / MHz	最大插入损耗 / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.0	5.5	—	—	—	—
1	—	5.8	4.2	4.0	4.0	4.0
16	—	—	14.4	9.1	8.3	8.1
100	—	—	—	24.0	21.7	20.8
250	—	—	—	—	35.9	33.8
600	—	—	—	—	—	54.6

（3）近端串扰（NEXT）：在布线系统信道的两端，线对与线对之间的近端串扰值均应符合表 C-5 的规定，并可参考表 C-6 所列关键频率的近端串扰建议值。

表 C-5　信道近端串扰值

级别	频率 / MHz	最小 NEXT / dB
A	$f=0.1$	27.0
B	$0.1 \leqslant f \leqslant 1$	$25-15\lg(f)$
C	$1 \leqslant f \leqslant 16$	$39.1-16.4\lg(f)$
D	$1 \leqslant f \leqslant 100$	$-20\lg\left[10\frac{65.3-15\lg(f)}{-20}+2\times10\frac{83-20\lg(f)}{-20}\right]$ ①
E	$1 \leqslant f \leqslant 250$	$-20\lg\left[10\frac{74.3-15\lg(f)}{-20}+2\times10\frac{94-20\lg(f)}{-20}\right]$ ②
F	$1 \leqslant f \leqslant 600$	$-20\lg\left[10-\frac{102.4-15\lg(f)}{-20}+2\times10\frac{102.4-15\lg(f)}{-20}\right]$ ②

注：① NEXT 计算值大于 60.0 dB 时均按 60.0 dB 考虑；
　　② NEXT 计算值大于 65.0 dB 时均按 65.0 dB 考虑。

表 C-6　信道近端串扰建议值

频率 / MHz	最小 NEXT / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0	—	—	—	—
1	—	25.0	39.1	60.0	65.0	65.0
16	—	—	19.4	43.6	53.2	65.0
100	—	—	—	30.1	39.9	62.9
250	—	—	—	—	33.1	56.9
600	—	—	—	—	—	51.2

（4）近端串扰功率和（PS NEXT）：只应用于布线系统的D、E、F级，信道的每一线对和布线的两端均应符合PS NEXT值的要求，布线系统信道的最小PS NEXT值应符合表C-7的规定，并可参考表C-8所列关键频率的近端串扰功率和建议值。

表C-7　信道PS NEXT值

级别	频率 / MHz	最小 PS NEXT / dB
D	$1 \leqslant f \leqslant 100$	$-20\lg\left[10^{\frac{62.3-15\lg(f)}{-20}}+2\times10^{\frac{80-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ①
E	$1 \leqslant f \leqslant 250$	$-20\lg\left[10^{\frac{72.3-15\lg(f)}{-20}}+2\times10^{\frac{90-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ②
F	$1 \leqslant f \leqslant 600$	$-20\lg\left[10^{\frac{99.4-15\lg(f)}{-20}}+2\times10^{\frac{99.4-15\lg(f)}{-20}}\right]$ ②

注：① PS NEXT计算值大于57.0 dB时均按57.0 dB考虑；② PS NEXT计算值大于62.0 dB时均按62.0 dB考虑。

表C-8　信道PS NEXT建议值

频率 / MHz	最小 PS NEXT / dB		
	D级	E级	F级
1	57.0	62.0	62.0
16	40.6	50.6	62.0
100	27.1	37.1	59.9
250	—	30.2	53.9
600	—	—	48.2

（5）线对与线对之间的衰减串扰比（ACR）：只应用于布线系统的D、E、F级，信道的每一线对和布线的两端均应符合ACR值要求。布线系统信道的ACR值可用以下计算公式进行计算，并可参考表C-9所列关键频率的ACR建议值。

线对i与k间衰减串扰比的计算公式为

$$\mathrm{ACR}_{i,k}=\mathrm{NEXT}_{i,k}-\mathrm{IL}_k \tag{C-1}$$

其中，i——线对号；

k——线对号；

$\mathrm{NEXT}_{i,k}$——线对i与线对k间的近端串扰；

IL_k——线对k的插入损耗。

表C-9　信道ACR的建议值

频率 / MHz	最小 ACR / dB		
	D级	E级	F级
1	56.0	61.0	61.0
16	34.5	44.9	56.9
100	6.1	18.2	42.1
250	—	−2.8	23.1
600	—	—	−3.4

（6）ACR 功率和（PS ACR）：近端串扰功率和与插入损耗之间的差值，信道的每一线对和布线的两端均应符合要求。布线系统信道的 PS ACR 值可用以下计算公式进行计算，并可参考表 C-10 所列关键频率的 PS ACR 建议值。

线对 k 的 ACR 功率和的计算公式为

$$\text{PS ACR}_k=\text{PS NEXT}_k-\text{IL}_k \tag{C-2}$$

其中，k——线对号；

PS NEXT_k——线对 k 的近端串扰功率和；

IL_k——线对 k 的插入损耗。

表 C-10　信道 PS ACR 建议值

频率 / MHz	最小 PS ACR / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	53.0	58.0	58.0
16	31.5	42.3	53.9
100	3.1	15.4	39.1
250	—	−5.8	20.1
600	—	—	−6.4

（7）线对与线对之间等电平远端串扰（ELFEXT）：远端串扰与插入损耗之间的差值，只应用于布线系统的 D、E、F 级。布线系统信道每一线对的 ELFEXT 数值应符合表 C-11 的规定，并可参考表 C-12 所列关键频率的 ELFEXT 建议值。

表 C-11　信道 ELFEXT 值

级别	频率 / MHz	最小 ELFEXT / dB①
D	$1 \leqslant f \leqslant 100$	$-20\lg\left[10^{\frac{63.8-20\lg(f)}{-20}}+4\times10^{\frac{75.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ②
E	$1 \leqslant f \leqslant 250$	$-20\lg\left[10^{\frac{67.8-20\lg(f)}{-20}}+4\times10^{\frac{83.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ③
F	$1 \leqslant f \leqslant 600$	$-20\lg\left[10^{\frac{94-20\lg(f)}{-20}}+4\times10^{\frac{90-15\lg(f)}{-20}}\right]$ ③

注：① 与测量的近端串扰 FEXT 值对应的 ELFEXT 值若大于 70.0 dB 则仅供参考；

② ELFEXT 计算值大于 60.0 dB 时均按 60.0 dB 考虑；③ ELFEXT 计算值大于 65.0 dB 时均按 65.0 dB 考虑。

表 C-12　信道 ELFEXT 建议值

频率 / MHz	最小 ELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	57.4	63.3	65.0
16	33.3	39.2	57.5
100	17.4	23.3	44.4
250	—	15.3	37.8
600	—	—	31.3

（8）等电平远端串扰功率和（PS ELFEXT）：布线系统信道每一线对的 PS ELFEXT 数值应符合表 C-13 的规定，并可参考表 C-14 所列关键频率的 PS ELFEXT 建议值。

表 C-13　信道 PS ELFEXT 值

级　别	频率 / MHz	最小 PS ELFEXT / dB①
D	1≤f ≤100	$-20\lg\left[10\frac{60.8-20\lg(f)}{-20}+4\times10\frac{72.1-20\lg(f)}{-20}\right]$ ②
E	1≤f ≤250	$-20\lg\left[10\frac{64.8-20\lg(f)}{-20}+4\times10\frac{80.1-20\lg(f)}{-20}\right]$ ③
F	1≤f ≤600	$-20\lg\left[10\frac{91-20l\lg(f)}{-20}+4\times10\frac{80.1-20\lg(f)}{-20}\right]$ ③

注：① 与测量的远端串扰 FEXT 值对应的 PS ELFEXT 值若大于 70.0 dB 则仅供参考；

② PS ELFEXT 计算值大于 57.0 dB 时均按 57.0 dB 考虑；③ PS ELFEXT 计算值大于 62.0 dB 时均按 62.0 dB 考虑。

表 C-14　信道 PS ELFEXT 建议值

频率 / MHz	最小 PSELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	54.4	60.3	62.0
16	30.3	36.2	54.5
100	14.4	20.3	41.4
250	—	12.3	34.8
600	—	—	28.3

（9）直流（D.C.）环路电阻：布线系统信道每一线对的直流环路电阻应符合表 C-15 的规定。

表 C-15　信道直流环路电阻

最大直流环路电阻 / Ω					
A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
560	170	40	25	25	25

表 C-16　信道传播时延

级别	频率 / MHz	最大传播时延 / μs
A	f=0.1	20.000
B	0.1≤f ≤1	5.000
C	1≤f ≤16	$0.534+0.036/\sqrt{f}+4\times0.002\,5$
D	1≤f ≤100	$0.534+0.036/\sqrt{f}+4\times0.002\,5$
E	1≤f ≤250	$0.534+0.036/\sqrt{f}+4\times0.002\,5$
F	1≤f ≤600	$0.534+0.036/\sqrt{f}+4\times0.002\,5$

（10）传播时延：布线系统信道每一线对的传播时延应符合表 C-16 的规定，并可参考表 C-17 所列的关键频率建议值。

表 C-17　信道传播时延建议值

频率 / MHz	最大传播时延 / μs					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	20.000	5.000	—	—	—	—
1	—	5.000	0.580	0.580	0.580	0.580
16	—	—	0.553	0.553	0.553	0.553
100	—	—	—	0.548	0.548	0.548
250	—	—	—	—	0.546	0.546
600	—	—	—	—	—	0.545

（11）传播时延偏差：布线系统信道所有线对间的传播时延偏差应符合表 C-18 的规定。

表 C-18　信道传播时延偏差

等级	频率 / MHz	最大时延偏差 / μs
A	f=0.1	—
B	0.1≤f ≤1	—
C	1≤f ≤16	0.050①
D	1≤f ≤100	0.050①
E	1≤f ≤250	0.050①
F	1≤f ≤600	0.030②

注：① 0.050 为 0.045+4×0.001 25 的计算结果；② 0.030 为 0.025+4×0.001 25 的计算结果。

附录 D　5e 类、6 类和 7 类永久链路或 CP 链路测试项目及性能指标

5e 类、6 类和 7 类永久链路或 CP 链路测试项目及性能指标要求：

（1）回波损耗（RL）：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对和布线两端的回波损耗值应符合表 D-1 的规定，并可参考表 D-2 所列的关键频率建议值。

表 D-1　永久链路或 CP 链路回波损耗值

级别	频率 / MHz	最小回波损耗 / dB
C	1≤*f* ≤16	15.0
D	1≤*f*<20	19.0
	20≤*f* ≤100	32−10 lg（*f*）
E	1≤*f* <10	21.0
	10≤*f*<40	26−5 lg（*f*）
	40≤*f* ≤250	34−10 lg（*f*）
F	1≤*f*<10	21.0
	10≤*f*<40	26−5 lg（*f*）
	40≤*f*<251.2	34−10 lg（*f*）
	251.2≤*f* ≤600	10.0

表 D-2　永久链路回波损耗建议值

频率 / MHz	最小回波损耗 / dB			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	19.0	21.0	21.0
16	15.0	19.0	20.0	20.0
100	—	12.0	14.0	14.0
250	—	—	10.0	10.0
600	—	—	—	10.0

（2）插入损耗（IL）：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对的插入损耗值应符合表 D-3 的规定，并可参考表 D-4 所列的关键频率建议值。

表 D-3　永久链路或 CP 链路插入损耗值

级别	频率 / MHz	最大插入损耗 / dB①
A	*f*=0.1	16.0
B	*f*=0.1	5.5
	f=1	5.8

（续表）

级别	频率 / MHz	最大插入损耗 / dB①
C	1≤f≤16	$0.9\times(3.23\sqrt{f})+3\times0.2$
D	1≤f≤100	$(L/100)\times(1.9108\sqrt{f}+0.0222\times f+0.2/\sqrt{f})+n\times0.04\times\sqrt{f}$
E	1≤f≤250	$(L/100)\times(1.82\sqrt{f}+0.0169\times f+0.25/\sqrt{f})+n\times0.02\times\sqrt{f}$
F	1≤f≤600	$(L/100)\times(1.8\sqrt{f}+0.01\times f+0.2/\sqrt{f})+n\times0.02\times\sqrt{f}$

注：① 插入损耗（IL）计算值小于 4.0 dB 时均按 4.0 dB 考虑。

$L=L_{FC}+L_{CP}Y$

L_{FC}——固定电缆长度（m）；

L_{CP}——CP 电缆长度（m）；

Y——CP 电缆衰减（dB/m）与固定水平电缆衰减（dB/m）比值；

n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

表 D-4　永久链路插入损耗建议值

频率 / MHz	最小 NEXT / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.5	5.5	—	—	—	—
1	—	5.8	4.0	4.0	4.0	4.0
16	—	—	12.2	7.7	7.1	6.9
100	—	—	—	20.4	18.5	17.7
250	—	—	—	—	30.7	28.8
600	—	—	—	—	—	46.6

（3）近端串扰（NEXT）：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对和布线两端的近端串扰值应符合表 D-5 的规定，并可参考表 D-6 所列的关键频率建议值。

表 D-5　永久链路或 CP 链路近端串扰值

级别	频率 / MHz	最小 NEXT / dB
A	f=0.1	27.0
B	0.1≤f≤1	25−15 lg（f）
C	1≤f≤16	40.1−15.8 lg（f）
D	1≤f≤100	$-20\lg\left[10^{\frac{65.3-15\lg(f)}{-20}}+10^{\frac{83-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ①
E	1≤f≤250	$-20\lg\left[10^{\frac{74.3-15\lg(f)}{-20}}+10^{\frac{94-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ②
F	1≤f≤600	$-20\lg\left[10^{\frac{102.4-15\lg(f)}{-20}}+10^{\frac{102.4-15\lg(f)}{-20}}\right]$ ②

注：① NEXT 计算值大于 60.0 dB 时均按 60.0 dB 考虑；② NEXT 计算值大于 65.0 dB 时均按 65.0 dB 考虑。

表 D-6　永久链路近端串扰建议值

频率 / MHz	最小 NEXT / dB					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0	—	—	—	—
1	—	25.0	40.1	60.0	65.0	65.0
16	—	—	21.1	45.2	54.6	65.0
100	—	—	—	32.3	41.8	65.0
250	—	—	—	—	35.3	60.4
600	—	—	—	—	—	54.7

（4）近端串扰功率和（PS NEXT）：只应用于布线系统的 D、E、F 级，布线系统永久链路或 CP 链路每一线对和布线两端的近端串扰功率和值应符合表 D-7 的规定，并可参考表 D-8 所列的关键频率建议值。

表 D-7　永久链路或 CP 链路近端串扰功率和值

级别	频率 / MHz	最小 PS NEXT / dB
D	$1\leqslant f\leqslant 100$	$-20\lg\left[10\frac{62.3-15\lg(f)}{-20}+10\frac{80-20\lg(f)}{-20}\right]$ ①
E	$1\leqslant f\leqslant 250$	$-20\lg\left[10\frac{72.3-15\lg(f)}{-20}+10\frac{90-20\lg(f)}{-20}\right]$ ②
F	$1\leqslant f\leqslant 600$	$-20\lg\left[10\frac{99.4-15\lg(f)}{-20}+10\frac{99.4-15\lg(f)}{-20}\right]$ ②

注：① PS NEXT 计算值大于 57.0 dB 时均按 57.0 dB 考虑；② PS NEXT 计算值大于 62.0 dB 时均按 62.0 dB 考虑。

表 D-8　永久链路近端串扰功率和参考值

频率 / MHz	最小 PS NEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	57.0	62.0	62.0
16	42.2	52.2	62.0
100	29.3	39.3	62.0
250	—	32.7	57.4
600	—	—	51.7

（5）线对与线对之间的衰减串扰比（ACR）：只应用于布线系统的 D、E、F 级，布线系统永久链路或 CP 链路每一线对和布线两端的 ACR 值可用以下计算公式进行计算，并可参考表 D-9 所列关键频率的 ACR 建议值。

线对 i 与线对 k 之间 ACR 值的计算公式为

$$ACR_{i,k}=NEXT_{i,k}-IL_k \quad \text{（D-1）}$$

其中，i——线对号；

k——线对号；

$NEXT_{i,k}$——线对 i 与线对 k 间的近端串扰；

IL_k——线对 k 的插入损耗。

表 D-9　永久链路 ACR 建议值

频率 / MHz	最小 ACR / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	56.0	61.0	61.0
16	37.5	47.5	58.1
100	11.9	23.3	47.3
250	—	4.7	31.6
600	—	—	8.1

（6）ACR 功率和（PS ACR）：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对和布线两端的 PS ACR 值可用以下计算公式进行计算，并可参考表 D-10 所列关键频率的 PS ACR 建议值。

线对 k 的 PS ACR 值计算公式：

$$\text{PS ACR}_k=\text{PS NEXT}_k-\text{IL}_k \tag{D-2}$$

其中，k——线对号；

PS NEXT_k——线对 k 的近端串扰功率和；

IL_k——线对 k 的插入损耗。

表 D-10　永久链路 PS ACR 建议值

频率 / MHz	最小 PS ACR / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	53.0	58.0	58.0
16	34.5	45.1	55.1
100	8.9	20.8	44.3
250	—	2.0	28.6
600	—	—	5.1

（7）线对与线对之间等电平远端串扰（ELFEXT）：只应用于布线系统的 D、E、F 级。布线系统永久链路或 CP 链路每一线对的等电平远端串扰值应符合表 D-11 的规定，并可参考表 D-12 所列的关键频率建议值。

表 D-11　永久链路或 CP 链路等电平远端串扰值

级别	频率 / MHz	最小 ELFEXT / dB①
D	$1\leqslant f\leqslant 100$	$-20\lg\left[10^{\frac{63.8-20\lg(f)}{-20}}+n\times 10^{\frac{75.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ②
E	$1\leqslant f\leqslant 250$	$-20\lg\left[10^{\frac{67.8-20\lg(f)}{-20}}+n\times 10^{\frac{83.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ③
F	$1\leqslant f\leqslant 600$	$-20\lg\left[10^{\frac{94-20\lg(f)}{-20}}+n\times 10^{\frac{90-15\lg(f)}{-20}}\right]$ ③

注：n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

① 与测量的远端串扰 FEXT 值对应的 ELFEXT 值若大于 70.0 dB 则仅供参考。

② ELFEXT 计算值大于 60.0 dB 时均按 60.0 dB 考虑。

③ ELFEXT 计算值大于 65.0 dB 时均按 65.0 dB 考虑。

表 D-12　永久链路等电平远端串扰建议值

频率 / MHz	最小 ELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	58.6	64.2	65.0
16	34.5	40.1	59.3
100	18.6	24.2	46.0
250	—	16.2	39.2
600	—	—	32.6

（8）等电平远端串扰功率和（PS ELFEXT）：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对的 PS ELFEXT 值应符合表 D-13 的规定，并可参考表 D-14 所列的关键频率建议值。

表 D-13　永久链路或 CP 链路 PS ELFEXT 值

级别	频率 / MHz	最小 PS ELFEXT / dB①
D	1≤f ≤100	$-20\lg\left[10^{\frac{60.8-20\lg(f)}{-20}}+n\times10^{\frac{72.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ②
E	1≤f ≤250	$-20\lg\left[10^{\frac{64.8-20\lg(f)}{-20}}+n\times10^{\frac{80.1-20\lg(f)}{-20}}\right]$ ③
F	1≤f ≤600	$-20\lg\left[10^{\frac{91-20\lg(f)}{-20}}+n\times10^{\frac{87-15\lg(f)}{-20}}\right]$ ③

注：n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

① 与测量的远端串扰 FEXT 值对应的 ELFEXT 值若大于 70.0 dB 则仅供参考。

② PS ELFEXT 计算值大于 57.0 dB 时均按 57.0 dB 考虑。

③ PS ELFEXT 计算值大于 62.0 dB 时均按 62.0 dB 考虑。

表 D-14　永久链路 PS ELFEXT 的建议值

频率 / MHz	最小 PS ELFEXT / dB		
	D 级	E 级	F 级
1	55.6	61.2	62.0
16	31.5	37.1	56.3
100	15.6	21.2	43.0
250	—	13.2	36.2
600	—	—	29.6

（9）直流（D.C.）环路电阻：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对的直流环路电阻应符合表 D-15 的规定，并可参考表 D-16 所列的建议值。

表 D-15　永久链路或 CP 链路直流环路电阻值

级别	最大直流环路电阻 / Ω
A	530
B	140
C	34
D	（L/100）×22+n×0.4

（续表）

级别	最大直流环路电阻 / Ω
E	（L/100）×22+n×0.4
F	（L/100）×22+n×0.4

注：

$$L=L_{FC}+L_{CP}Y$$

其中，L_{FC}——固定电缆长度（m）；

L_{CP}——CP 电缆长度（m）；

Y——CP 电缆衰减（dB/m）与固定水平电缆衰减（dB/m）的比值；

n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

表 D-16　永久链路直流环路电阻建议值

最大直流环路电阻 / Ω					
A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
530	140	34	21	21	21

（10）传播时延：布线系统永久链路或 CP 链路每一线对的传播时延应符合表 D-17 的规定并可参考表 D-18 所列的关键频率建议值。

表 D-17　永久链路或 CP 链路传播时延值

级别	频率 / MHz	最大传播时延 / μs
A	f=0.1	19.400
B	0.1≤f≤1	4.400
C	1≤f≤16	（L/100）×（0.534+0.036/$\sqrt{f}$）+n×0.002 5
D	1≤f≤100	（L/100）×（0.534+0.036/$\sqrt{f}$）+n×0.002 5
E	1≤f≤250	（L/100）×（0.534+0.036A/$\sqrt{f}$）+n×0.002 5
F	1≤f≤600	（L/100）×（0.534+0.036/$\sqrt{f}$）+n×0.002 5

注：

$$L=L_{FC}+L_{CP}$$

其中，L_{FC}——固定电缆长度（m）；

L_{CP}——CP 电缆长度（m）；

n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

表 D-18　永久链路传播时延建议值

频率 / MHz	最大传播时延 / μs					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	19.400	4.400	—	—	—	—
1	—	4.400	0.521	0.521	0.521	0.521
16	—	—	0.496	0.496	0.496	0.496

（续表）

频率 / MHz	最大传播时延 / μs					
	A级	B级	C级	D级	E级	F级
100	—	—	—	0.491	0.491	0.491
250	—	—	—	—	0.490	0.490
600	—	—	—	—	—	0.489

（11）传播时延偏差：布线系统永久链路或 CP 链路所有线对间的传播时延偏差应符合表 D-19 的规定，并可参考表 D-20 所列的建议值。

表 D-19　永久链路或 CP 链路传播时延偏差

级别	频率 / MHz	最大时延偏差 / μs
A	f=0.1	—
B	0.1≤f ≤1	—
C	1≤f ≤16	（L/l00）×0.045+n×0.001 25
D	1≤f ≤l00	（L/100）×0.045+n×0.001 25
E	1≤f ≤250	（L/100）×0.045+n×0.001 25
F	1≤f ≤600	（L/100）×0.025+n×0.001 25

注：

$$L= L_{FC} +L_{CP}$$

其中，L_{FC}——固定电缆长度（m）；

L_{CP}——CP 电缆长度（m）；

n=2 对于不包含 CP 点的永久链路的测试或仅测试 CP 链路；

n=3 对于包含 CP 点的永久链路的测试。

表 D-20　永久链路传播时延偏差建议值

级别	频率 / MHz	最大时延偏差 / μs
A	f=0.1	—
B	0.1≤f ≤1	—
C	1≤f ≤16	0.044①
D	1≤f ≤100	0.044①
E	1≤f ≤250	0.044①
F	1≤f ≤600	0.026②

注：

①0.044 为 0.9×0.045+3×0.001 25 的计算结果。

②0.026 为 0.9×0.025+3×0.001 25 的计算结果。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国建设部．GB 50311—2007　综合布线工程设计规范．
[2] 中华人民共和国建设部．GB 50312—2007　综合布线系统验收标准．
[3] 中华人民共和国建设部．GB 50174—2008　电子信息系统机房设计规范．
[4] 中华人民共和国建设部．数据中心布线系统设计与施工技术白皮书．
[5] 王公儒．网络综合线工程技术实训教程．北京：机械工业出版社，2009．
[6] 西安开元电子实业有限公司．网络配线实训装置产品使用说明书．
[7] 余明辉．综合布线技术教程．北京：清华大学出版社，北京交通大学出版社，2006．
[8] 黎连业，等．网络综合布线基础教程．北京：机械工业出版社，2005．
[9] 2009 年全国职业院校技能大赛中职组网络综合布线项目比赛规程．
[10] 2010 年全国职业院校技能大赛中职组网络综合布线项目比赛规程．
[11] 2011 年辽宁省职业学校综合布线项目比赛规程．

综合布线设计与施工

内容特点：

- 紧贴职业院校计算机网络综合布线的基本教学要求
- 针对省级、国家级职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的要求和发展
- 理论介绍简明、扼要
- 实训讲解清晰、规范

适用对象：

- 职业院校计算机网络类专业的学生
- 参加职业院校技能大赛网络综合布线技术项目的学生
- 从事网络综合布线工程设计或实施的网络工程师和智能建筑设计师

责任编辑：张来盛
封面设计：李　雯

ISBN 978-7-121-25127-6

定价：39.80 元